Digitized by Google

FONDO PROVINCIA

BIBLIOTECA PROVINCIALE

Armadio

Palchetto

Num.° d' ordine

NAZIONALE
B. Prov.
I
903
VITT. EM. III
NAPOLI

BP
1
.I23

Digitized by Google

Digitized by Google

CATECHISMO

DI

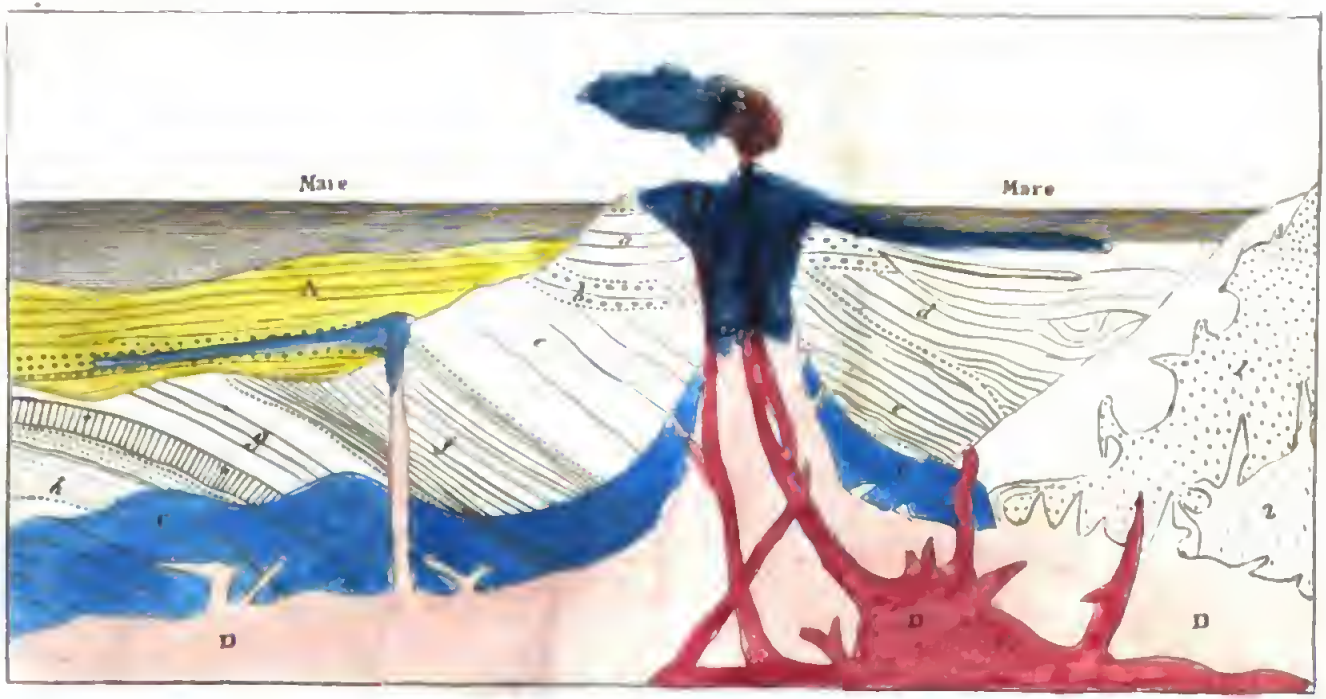
GEOLOGIA

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

FRONTESPIZIO



Taglio ideale di una parte della crosta terrestre che indica l'origine delle diverse rocce.

A *Acquose* — B *Vulcaniche* — C *Metamorfiche* — D *Plutoniche*

BIBLIOTECA NAZIONALE

602027 SBN

CATECHISMO DI GEOLOGIA

OVVERO

ELEMENTI DELLA SCIENZA DELLA TERRA

PER GLI STUDÎ GENERALI DELL' ALTA ISTRUZIONE
DEL REGNO DI NAPOLI

OPERA COMPILATA

PER COMANDAMENTO DELL' ISTRUZIONE PUBBLICA

DAL DOTTOR

BONAVENTURA MONTANI

PROFESSORE DI STORIA NATURALE NEL REALE LICEO
DI SALERNO, EC. EC.

a cura e spesa dell' Avv. FRANCESCO ALBANI.

Vol. unico.

TIPOGRAFO RAFF. TROMBETTA.

1848.

Digitized by Google

Digitized by Google

PREFAZIONE

Quante volte si ponga mente al totale cambiamento di carattere che ha subìto la Geologia negli ultimi anni a noi vicini, e si consideri l'attuale suo incremento per l'aiuto che le viene dalle scienze affini, dalle moltiplicate osservazioni fatte in tutte le regioni e in tutti i climi, e dalla direzione stessa sperimentale in cui proseguono le scienze naturali; si sente il bisogno ed il desiderio di sapere con precisione ed in una maniera facile ed a tutti accessibile i risultamenti delle investigazioni, perchè riesca *positiva* la conoscenza della fisica costituzione del nostro pianeta.

Invero, i geologi non confondono al presente le loro immaginazioni con la realtà delle cose, nè riempiono i loro volumi di strane teorie sulla formazione del globo, e sul suo passaggio per una serie di trasformazioni ipotetiche; ma attendono con più diligente esame alle *memorie* del suo antico stato, che trovano copiosamente impresse nei grandi e meravigliosi quadri della sua attuale superficie, ed alle pruove

di *vite* diverse ed *abitudini* di tempi remotissimi, che gli avanzi organici rinchiusi e conservati nel suo seno indubitatamente presentano.

Questi *rilievi* e *memorie*, sui quali è fondata *la storia antica del nostro pianeta* sono al certo nè pochi nè vaghi; e laddove l'ambito della scienza sembra ristretto, dappoichè non avventa delle spiegazioni sull'origine e fine della terra (cose le quali costituivano le predilette speculazioni di una generazione di geologi ora estinta): per l'opposto, il numero de'fatti, e delle osservazioni, il giudizioso e castigato loro impiego ne ha talmente aumentato il retaggio, da non raffigurarsi la geologia da ciò che era per lo passato: e su tali fondamenti poggiata, da scienza informe ed ipotetica è divenuta sempreppiù sperimentale ed induttiva.

In questo stato di cose, confortati da condizioni sì favorevoli del sapere e del vivere sociale, a tutti interessa studiare la sottile *crosta* di nostra terra, dappoichè anche nell'attuale suo limite somministra al portentoso ingegno dell'uomo nuovi elementi, dai quali risultano nuovi trovati e nuovi mezzi per migliorare la sua esistenza.

A rendere però utile e profittevole questo libro ho usato la maggiore chiarezza e brevità, avendo adoperato per conseguire un tale scopo tutti i mezzi escogitati recentemente da dotti di

ogni paese, per rappresentare agli occhi cioechè positivamente si è osservato, e che si potrebbe osservare sulla *disposizione e giacitura dei terreni*, con giovarmi di *figure* e segni che ne facilitano la intelligenza, e rifuggendo da un linguaggio troppo antiquato e cabalistico.

Possa questo lavoro corrispondere ai bisogni della gioventù studiosa del nostro paese come ai desideri delle civili persone, le quali abitando una terra ricca di monumenti di arti come di natura, col suo aiuto spiegheranno de' fenomeni che han formato e fanno tuttavia le meraviglie del volgo, del pari che lo studio incessante del sapiente.

Digitized by Google

Digitized by Google

INTRODUZIONE

Divisa la storia naturale in due grandi *sezioni*, nella scienza degli esseri *organizzati e viventi*, ed in quella de'corpi *inorganici*, o *non viventi;* le cognizioni relative a questi ultimi, i quali nel loro complesso costituiscono i materiali inanimati del pianeta che abitiamo, comprendono molte scienze.

La *Mineralogia*, che studia e classifica le diverse *specie* di minerali. La Geognosia (1) che si occupa della struttura e disposizione delle diffe-

(1) Il vocabolo *Geognosia* trae la sua origine dal greco γῆ, la terra, e da γνῶσις, conoscenza, che corrisponde alla frase *conoscenza della terra*.

Digitized by Google

renti parti del globo: è per ultimo la Geologia(1) che ricerca l'*origine*, *la formazione*, *l'età relativa*, *ed i fenomeni che presentano le grandi masse di nostra terra*. Di queste scienze le due prime, come ben si intende, si limitano alla osservazione de' fatti, ma l'ultima li compara e cerca trarne delle conclusioni opportune; e, non solamente studia la superficie della terra, ma per argomenti diversi e per sublimi induzioni vuole determinare ciocchè si effettua a delle profondità, ove l'uomo non è giunto giammai, nè potrà pervenire, prendendo dalle scienze tutte i lumi ed i fondamenti necessari per penetrare nelle tenebre oscurissime, che avvolgono le prime età del mondo.

Queste ricerche sembrano a prima giunta limitarsi esclusivamente al regno inorganico, ovvero ai diversi terreni, metalli, e rocce, che si

---

(1) Parimenti il vocabolo *Geologia* prende la sua origine dal greco γῆ, la terra, e da λογος, discorso, ovvero *scienza della terra*. Nulladimeno bisogna avvertire che il significato di queste voci spesso è stato arbitrario e si sono adoperati indistintamente dagli antichi, i quali sostituivano alla voce *geologia* quella ancora di *geogenia* (da γῆ e γινομαι generare), che formava quell' enorme caos di teorie sull' origine della terra; ma oramai che le conoscenze più positive hanno sostituite le ipotesi ed i vaneggiamenti, il limite istesso di queste scienze ne è venuto di conseguenza, ed a ciascun vocabolo si è assegnato il giusto valore, siccome si rileverà dalla esposizione delle materie.

Digitized by Google

rinvengono si alla superficie che a differenti profondità della crosta terrestre; ma proseguendo le investigazioni, siamo ben presto condotti allo esame dei cangiamenti successivi, che hanno avuto luogo nello stato antico della superficie e dell'interno del globo, e delle cause che hanno prodotto tali mutamenti: di modo che il geologo si trova impegnato nelle ricerche relative alla *istoria della creazione animata*, ovvero sulle diverse famiglie di animali e di piante, che hanno differentemente abitata la terra in epoche diverse.

In una parola, la Geologia è divenuta la istoria delle rivoluzioni materiali del globo.

Da quanto si è detto ampiamente si comprende, che la geognosia e la geologia non potrebbero esservi se negligentassero lo studio degli avanzi di numerosi esseri, i quali hanno vissuto alla superficie del suolo, e che di presente s'incontrano variamente profondati nello spessore della crosta terrestre; di tal chè, la scienza più strettamente congiunta alla Geologia è certamente la *Paleontologia* (1); ovvero descrizione degli antichi esseri organizzati; divisa questa nella scienza

---

(1) La *paleontologia* è stata così detta dai radicali, παλαιος antico ον-τος (ente essere) λογος discorso, *scienza degli antichi esseri*: donde siegue Paleofitologia, e Paleozoologia da παλαιος antico, e φυτον pianta, o ζωον animale.

Digitized by Google

degli animali fossili *Paleozoologia* ed in quella delle piante fossili *Paleofitologia*. E valga il vero, dacchè l'immortale Cuvier ravvicinò e ricompose gli scheletri completi dai rottami fossili che s'incontravano ne' terreni, con l'aiuto di alcuni principî ispirati dal suo genio, da quel tempo appunto la geologia veramente ha acquistato il titolo di scienza; e da questa epoca si seppe, che intiere famiglie di animali erano scomparse e queste nulla di simigliante avevano avuto con quelle le quali oggigiorno popolano la terra, e che parimenti diverse famiglie di piante che abbellivano le asprezze del suolo sonosi nel volgere de' tempi perdute. Di questi mezzi poi si vale il Geologo per la determinazione de'terreni, costituendo i punti di partenza per classificarli; siccome si terrà parola nel prosieguo dell'opera.

Essendo adunque scopo del geologo lo *studio del nostro pianeta*, questo potrà essere diviso secondo che prenderà in mira talune proprietà o i fenomeni della terra, e da ciò risulteranno i principî della divisione e dell'ordine della scienza stessa. Invero; il globo terrestre può essere considerato sotto questi punti di veduta principalmente; o si studia nel suo esterno, nella sua figura, nell'atmosfera che lo circonda e preme, nelle acque che lo ricuoprono ecc., e si da luogo alla *Geografia Fisica*; o si studiano i feno-

meni i quali attualmente modificano la superficie terrestre, e questi si applicano al modo di formazione delle parti che costituiscono la crosta solida della terra, e si penetra nel suo interno e si esaminano le disposizioni di questi differenti strati con le loro relazioni, si ha in tal maniera la *Geognosia ;* o finalmente se l' uomo non rimanendo semplice spettatore de'fenomeni cerca di studiare le successive rivoluzioni materiali del pianeta e la comparsa in varie epoche degli esseri organizzati, si ha la *Geogenia :* sicchè, partendo da tali dati l'ordine naturale della scienza può venire regolarmente svolto in questi sommi capi, i quali costituiranno le principali divisioni di questo libro :

1. Nozioni sulla forma generale della terra, e composizione della sua *crosta*.

2. Fenomeni che attualmente ne modificano la superficie, e loro applicazioni allo studio della formazione della crosta solida del globo.

3. Disposizione e struttura delle sue parti.

4. Considerazioni sulle successive rivoluzioni materiali del pianeta, e sguardo sulla comparsa degli animali e vegetabili che ne hanno popolato la superficie a varie epoche.

In tal maniera risguardata la terra, lo studio diverrà compiuto e facile.—Che anzi, laddove la bisogna il richiede, andremo esponendo quelle fra le applicazioni che interesseranno maggior-

Digitized by Google

mente le arti, le industrie, e le scienze : le arti, per lo scavo de'combustibili, dei sali e de'metalli, e per la giacitura delle pietre preziose: le industrie per le sorgenti ed i pozzi artesiani : le scienze per le relazioni che ànno queste dottrine con i principî di Cosmologia.

Prima però d'incominciare la esposizione della scienza mi è uopo definire e spianare il significato di alcuni vocaboli, dappoichè la geologia, siccome ogni arte o scienza,fa uso di alcune voci sue proprie, o tecniche, le quali apporterebbero confusione se prima non fossero bene intese; e ciò per serbare quella chiarezza, che forma il pregio delle opere elementari.

Fossili. Con tal voce si disegnano gli avanzi degli esseri i quali hanno vissuto alla superficie del suolo, e che si trovano profondati nello spessore della terra costituendone parte integrante. S' incontrano a questo stato ridotti il sistema osseo degli animali vertebrati, le valve de' molluschi, l' involucro de'crostacei e de'radiari. Bene inteso però, che qualche volta si sono incontrati de' pesci quasi intieri in alcuni scisti di Borgogna, parimentichè degli intieri pachidermi, conservati perfettamente nei ghiacci di Siberia, i quali forsi erano ivi collocati da molti secoli.In quanto poi agli avanzi di vegetabili fossili, questi sono gli stipiti di piante criptogame vascolari e tronchi di piante monocotiledoni, co-

me felci arboree, equiseti, palme ecc.; e specie infinite di piante perdute.

Impronte. Quante volte i fossili sono stati distrutti in modo qualunque, rimanendo di loro una specie di figura nella parte plastica di taluni minerali, questa si appella *impronta*. Quante volte queste specie di rilievi si sono riempiute di tenuissime particelle di minerali sospese e disciolte in un liquido, e che si sono poi depositate e solidificate al disopra, danno luogo alle *contro impronte*, le quali potrebbero riprodurre il corpo distrutto. Le materie le quali *s'imprimono* di forme straniere, sono il bisolfuro di ferro (pirite gialla), la silice, e la calcarea.

Pietrificazione. Ogni qual volta i tessuti organici sono sostituiti da sostanze minerali, conservandone perfettamente i rapporti naturali di forma e simmetria si ha la pietrificazione. Questo processo si effettua per mezzo delle sostanze tenute disciolte in un liquido, le quali si sostituiscono elementarmente infiltrandosi nel loro interno. La silice è la materia che produce tali cangiamenti. I legni si presentano allo stato di pietrificazione ed un tale metamorfismo si avvera sotto i nostri sguardi tuttogiorno nelle correnti di acque siliciose.

Incrostamento. Si chiama incrostamento la deposizione di un minerale su di un altro ricoprendolo a modo di veste, ed avvolgendolo a gui-

Digitized by Google

sa di crosta. Vi sono varie sorgenti che godono tale proprietà. Cercando poi la spiegazione del fenomeno questa consiste in ciò, che tali acque hanno in sè disciolto il *bicarbonato di calce*, il quale perchè non può mantenersi a questo stato se non se a grandi pressioni ed a bassa temperatura, scorrendo sulla superficie della terra e non trovandosi nelle opportune condizioni accennate perde la metà dell'acido carbonico, e diviene carbonato neutro insolubile, il quale si deposita.

Roccia. Il vocabolo roccia è uno de' più usitati in geologia, e per esso si disegnano le grandi masse di minerali, o di sostanze organiche fossili sparse in tanta copia da doversi riguardare come costituenti essenziali della terra. Di queste rocce alcune sono semplici, cioè costituite da una sola specie mineralogica, come, marmo, quarzo, l'oligisto ecc., altre sono composte cioè formate da due o più specie mescolate variamente in proporzioni indeterminate, come il granito.

Si disegnano le prime con gli stessi nomi che le dà la mineralogia, e le seconde con nomi diversi, avendo riguardo ora alla composizione, ora alla struttura, e talvolta alle esteriori qualità fisiche di colorito, durezza ec. Essendo poco stabili i caratteri di struttura e disposizione di queste ultime rocce bene si comprende quanto sia difficile classificarle, tantoppiù che la com-

posizione variando sempre in rapporto alle proporzioni, spesso per insensibili gradi si passa da una specie in un altra.

Le rocce composte si dividono in fanerogene ed adelogene, le prime dall'esterno appalesano distintamente le specie componenti, le seconde sono confuse in un tutto omogeneo; esempio delle prime è il granito, composto da quarzo, mica e feldispato, componenti tutti che facilmente si distinguono a primo sguardo, delle seconde il basalte, o lava basaltica, costituita da diversi silicati fusi in una pasta quasi omogenea.

Dopo queste principali nozioni che era mestieri premettere, senza andare per le lunghe, esponendo un vocabolario di voci tecniche, per serbare le leggi della chiarezza, sullo studio delle rocce, come di ogni altra definizione che occorre sapere, nelle dovute opportunità si farà ampiamente parola.

Digitized by Google

CATECHISMO DI GEOLOGIA

PARTE PRIMA

NOZIONI SULLA FORMA GENERALE DELLA TERRA E COMPOSIZIONE DELLA SUA SUPERFICIE.

CAPITOLO PRIMO.

DEL GLOBO IN GENERALE.

Figura ed isolamento della terra nello spazio — Il punto dal quale partiamo nell'incominciare la storia naturale del nostro pianeta è quello in cui tutta la massa dalla quale ora si compone si trovò insieme raccolta ed isolata nello spazio ed investita dalle forze di gravitazione ubbidendo ai regolati movimenti intorno al Sole e su di sè medesima, per i quali movimenti vengono le idee di successione e di tempo, nonchè delle loro misure. Più oltre di queste indagini per ora non interessa sapere, perchè avvolte nelle tenebre istesse della creazione. La terra adunque la quale fa parte del sistema planetario del Sole si aggira intorno a questo astro centrale equilibrata nello spazio, e

Digitized by Google

mantenuta dalle semplici forze di gravitazione universale. Che la terra abbia la figura pressochè di una sfera e sia isolata nello spazio, gli antichi lo immaginarono ed i moderni lo hanno dimostrato in un modo irrevocabile; mentre, le più ovvie osservazioni ci portano a questa conoscenza. Invero: se si consideri la successiva comparsa degli oggetti sul mare dal momento in cui incominciano ad apparire per fino alla libera loro veduta, conduce l'osservatore a riconoscere di sicuro che la superficie delle acque da tutti i versi sia convessa; oltre di che, la semplice ispezione de' nostri mari sotto un cielo molto splendente, è sufficiente a farne riconoscere la curvatura delle acque istesse. La spedizione di Magellano, ed i viaggi che da tre secoli si intraprendono su tutti i mari e per tutte le terre confermano questa prima osservazione, e dimostrano, almeno dall'est-all'ovest, che la terra sia intieramente isolata, e se di grande impedimento sono le nevi perpetue dei poli a poter compiere de' viaggi dal nord al sud, nulladimeno la notevole curvatura che parimenti si osserva in questo senso da tutte le parti che si hanno potuto percorrere, dippiù la proiezione dell' ombra della terra sul disco della luna in tempo di ecclissi, e per ultimo l'analogia che tiene la terra con gli altri pianeti, sono sufficienti motivi, ed argomenti a credere che la terra sia di figura sferica e perfettamente isolata nello spazio. Che anzi; i più antichi astronomi conobbero la curvatura della superficie terrestre, e siccome essi pensavano la sfera essere la figura più perfetta, così non dubitaron punto che la terra non avesse cotesta figura, e puossi ancora da alcuni documenti storici presumere che essi abbian fatti alquanti tentativi per misurarne le dimensioni e che vi siano giunti con sufficiente approssimazione. La forma adunque della terra è la sferica, e le più alte montagne e le asprezze della sua superficie non sono che piccole prominenze rispetto al volume del globo; presso a poco come sarebbero i granelli di arena sparsi su di un

globo il quale avesse il diametro di tre palmi e mezzo. Parimenti i bacini de' mari non sono che delle picciole cavità analoghe alle prominenze de' monti.

Fa mestieri che ci persuadiamo di questa verità acciò non diamo alle ineguaglianze del suolo più importanza di quella che meritano. Se per altro si cerca la cagione della nostra esagerazione riguardo alle eminenze e scabrosità della superficie terrestre, questa si troverà riposta in ciò, che noi le guardiamo troppo in vicinanza ed in modo troppo assoluto senza fare paragone con la estensione della terra, ma o li paragoniamo a noi medesimi ovvero a comuni nostri obbietti: in maniera che il Vesuvio ci sembra altissimo perchè lo paragoniamo ai vicini monti, e troppo da vicino, ma se in un pallone ci elevaremmo, queste idee diverrebbero pigmee. Or cosa ne avverrebbe, se noi potessimo abbracciare in un solo sguardo tutto un emisferol...

Schiacciamento verso i poli — Se la terra fosse solida in tutta la sua massa, o solo nella crosta esterna che le interne parti racchiude essa potrebbe avere qualunque figura, nè la sferica o la sferoidale di necessità le converrebbe: solo vi sarebbe una relazione fra i suoi movimenti e la sua figura. Se per contrario fosse intieramente fluida essa dovrebbe necessariamente avere la figura di sferoide, o di sfera depressa verso i poli, dappoichè la forza centrifuga nascente dal moto di rotazione sul proprio asse, spingendo sempre più il fluido, lo accumulerebbe verso le regioni dell'equatore, ove lo manterrebbe a più alto livello. Ma il globo terrestre essendo tutto intiero formato da parti solide e liquide, costituendo le prime la terra ferma e le montagne, e le seconde la estensione e le profondità de' mari, viene la quistione di sapere quale fosse la forma generale della terra. Non è da porre in dubbio che per misure esatte eseguite sulle porzioni di meridiano terrestre che corrispondono ad un grado di latitudine sopra differenti paralleli ne è risultato che questi gradi sono disuguali, si è perciò con-

chiuso che la terra non è sferica ma che è schiacciata verso i poli e sollevata verso l'equatore. (1)

E veramente non avvi alcuna cosa che abbia potuto impedire l'effetto della forza centrifuga. Dalle quali misure poi risultano due conseguenze: 1. che la terra non è di figura sferica, sibbene di uno sferoide schiacciato ai poli e sollevato all' equatore; poichè la lunghezza de' gradi diminuisce dall'equatore ai poli: 2. che da queste osservazioni ci viene nel pensiero l'idea che le parti costituenti la terra nella loro origine dovevano godere uno stato di mobilità e di consistenza almeno *pastosa* per cedere alla forza centrifuga dei movimenti diurni, e che solo dopo questo primo effetto hanno dovuto consolidarsi.

Dal paragone poi di varie misure e dietro geomotriche considerazioni si è potuto conoscere ancora la lunghezza del raggio terrestre per diverse latitudini. I risultamenti sono stati i seguenti.

	metri	leghe
Raggio dell'equatore . .	6376984	ovv. 1834, 8
Raggio del polo . . .	6356324	1430, 1
Differenza	2660	4, 7

Gravita' — Equilibrata la terra nello spazio con la figura di sopra cennata, ubbidiente ai propri movimenti diurni sul suo asso ed agli annuali intorno al Sole; il fenomeno più meraviglioso che presenta è certamente quello di atti-

(1) Gli osservatori dei differenti archi di meridiano in luoghi diversi sono stati Bouguer e la Condamine al Peroù, Lambton nelle Indie, Lacaille al Capo di Buonasperanza, Mason e Dixon nella Pensilvania, Lemaire e Bossowich in Italia, Delambre e Mechain in Francia, Arago e Biot nella Spagna e sulle coste del Mediterraneo, Roy, Mechen e Delambre in Inghilterra e nelle vicinanze di Greenwich, e Melandehielm re la Svezia.

rare costantemente verso il suo centro tutti i materiali che la compongono, tutti i corpi che sono sulla sua superficie, e ciò che può essere ad essa avvicinato. Questa facoltà provviene necessariamente dalla costituzione materiale della sua massa. Questa tendenza di tutti i corpi a cercare il centro della terra dicesi gravità, e la frase *attrazione terrestre* che s'impiega per indicare la causa, veramente sconosciuta del fenomemo, non è che un altro modo di annunziare lo stesso fatto — La gravità opera non solo sulla superficie della terra, siccome siamo assicurati dalla caduta delle grandini, della pioggia ec.; ma ancora a grandi profondità sotto la superficie della terra, siccome osservasi ne' pozzi, nelle cave le più profonde che siansi potute scavare. Però le leggi di queste differenti cadute sono diverse; e la intensione di questa forza è varia, tanto alla superficie che nell'interno della terra.

Il nostro globo adunque è un ammasso di particelle le quali si sono riunite e condensate per questa tendenza generale della materia di riunirsi nel suo centro per presentare le più stabili condizioni dell'equilibrio universale, e forse la natura di quella forza che presiede agli equilibri planetari, e che regola i movimenti delle grandi masse, è simile ancora a quella che regola la gravità de' corpi, le attrazioni molecolari e le chimiche affinità.

Dalla forma della terra dipende altresì il fenomeno della varia intensione della gravità su i differenti cerchi terrestri; dappoichè essendo la terra di figura non perfettamente sferica, siccome si è detto, la gravità deve per necessaria conseguenza riuscire ineguale; mentre se avesse la figura di una sfera, in questo caso la gravità sarebbe eguale in tutti i luoghi; or, avendo invece la figura di uno sferoide, il quale presenta circa 42000 metri di differenza tra i suoi diametri, la gravità istessa diminuisce gradatamente dal polo all'equatore, tra perchè vi è la ineguaglianza de' raggi, e perchè la forza centrifuga che è opposta alla gravità è quasi nulla ai poli, e tiene il suo massimo di azione all'equatore.

Un tal fatto è posto ad evidenza dalle osservazioni che si fanno col pendolo sui differenti cerchi paralleli, ove bisogna gradatamente accorciarlo andando dai poli all'equatore per avere lo stesso numero di oscillazioni.

Superficie, volume, e densita' media della terra—La superficie del globo è di 5,098,837 miriametri quadrati (misura francese) che corrisponde alle miglia italiane di 60 a grado, a 148,510,800 miglia quadre. Il suo volume è di 1,082, 634,000 miriametri cubici; nulladimeno la terra non corrisponde che alla 1,300,090 parto del volume del Sole. Si è cercato parimenti determinare la sua densità media e vi si è pervenuto per molti processi differenti, ma la cifra che se ne è ottenuto è varia secondo gli sperimenti ed i metodi impiegati. Cavendish, paragonando l'azione della terra a quella che esercitano due globi di piombo sopra un lungo ago orizzontale bene equilibrato su di un punto, ha trovato la cifra esprimente la densità media di 5, 48. Masckeline osservando nel 1772 la deviazione del pendolo sul monte Shèhelliens in Iscozia, dedusse 4, 56, che la correzione di Playfair porta a 5,7 per la densità media della terra, essendo l'acqua presa per unità. Le osservazioni fatte da Carlini sul monte Cenisio, hanno dato 4,30. Dalle esperienze molto più numerose e recenti ripetute con molta diligenza da Rieck si è avuto per risultamento 5. 44, e da quelle del sig. Bailly 5, 67. Dalle quali misure rilevasi che se si ammette che la densità sia uguale a 5 si trova che la terra deve pesare cinque volte piucchè una egual massa di acqua pura; or siccome il peso dell'acqua in un dato volume è conosciuto, si deduce che può conoscersi ancora il peso assoluto della terra.

Dai precedenti fatti risulta, che la densità media del globo è più grande di quella delle materie che ne compongono principalmente la superficie, dappoichè l'*acqua*, la *calcarea*, il *quarzo*, ed il *feldispato*, i quali sono gli elementi principali costituenti il nostro pianeta, non hanno

oltre di peso specifico se non se 2, 5. Bisogna dunque conchiudere che il centro della terra sia occupato da materiali molto più densi e pesanti per riuscire il termine medio di densità per noi accennato. Ed in fatti, i diversi corpi che compongono la terra avendo avuto una certa libertà di movimento per il loro stato di liquidità, dovevano distribuirsi secondo la loro gravità specifica, ed i più pesanti portarsi verso il centro e lasciare ai più leggieri occupare la parte più esterna.

Calore centrale e stato interno di fusione della terra — Una delle più grandi quistioni che la Fisica e la Geologia proporre si potessero, e per risolver la quale siasi avuto bisogno prima di sottili investigazioni e vaneggiamenti su cui si esercitarono gli antichi filosofi, e poi di accuratissime indagini e sperienze de' moderni, è certamente quella che si propone la conoscenza del *fuoco centrale* del nostro pianeta, immaginato dalla più remota antichità e poi ora ammesso ed ora rigettato da' filosofi e fisici. Quando però alle sottigliezze logiche son succedute le osservazioni diligenti, soccorse dal rigore dell' analisi e di preziosi istrumenti, le opinioni sono state bandite, le ipotesi hanno dovuto cedere alle prepotenti forze della ragione, e la verità n' è venuta per ultimo risultamento. Le osservazioni adunque raccolte in varie parti del globo, e gli sperimenti eseguiti negli scavi più profondi hanno costantemente mostrato, che a breve distanza dalla superficie della terra la temperatura non segue il variare delle stagioni, ma è costante ed eguale alla temperatura media delle località. Al disotto di questo strato invariabile in cui tutte le variazioni termometriche della superficie cessano intieramente, si presenta un altro fenomeno: a misura che si discende più in basso s' incontra maggior grado di calore, ed il risultato delle osservazioni fatte fin qui dà un accrescimento di un grado del termometro centigrado per ogni 33 metri di profondità all' incirca (1). Da

(1) Pare che Gesanne fosse stato il primo osservatore che ab-

ciò rilevasi che se questa proporzione si conserva costante al di sotto della temperatura stazionaria e per le profondità maggiori di quelle ove si è giunto a scavare, a circa 20 mila metri si avrebbe la temperatura di 600 gradi, che sarebbe sufficiente per fondere tutte le rocce conosciute. Adunque verso il centro della terra ed a profondità sempre maggiori di quelle accennate vi deve essere tale quantità di calorico, di cui non ce ne possiamo fare alcuna idea. Dalla esposte osservazioni tragghiamo argomento che non solamente la terra sia stata fluida nella sua origine e nel suo primitivo periodo, siccome si è altra fiata cennato; ma vi sono sufficienti ragioni a poter credere che la sola sua superficie siasi consolidata, disperdendo nello spazio il suo calore primitivo, e che l'interna sua massa sia tuttora fusa, siccome rilevasi dalla tavola 1. (Frontespizio dell' opera), ove si osserva la parte centrale che è fusa e la crosta solida che la circonda.

Che anzi: avendo riguardo alla lunghezza del raggio terrestre questa spessezza della crosta solida di nostra terra non è gran fatto, tanto che sopra una sfera di un metro di raggio giungerebbe appena ai 3 o 4 millimetri, ovvero ad 1;10 di linea; ciocchè non formerebbe la spessezza di un foglio comune di carta. Dalle quali considerazioni fortemente

---

bia portato il termometro a profondità gradatamente maggiori ed abbia scoperto il fatto importante, *che la temperatura della terra cresce con la profondità*. Coteste esperienze rimontano all'anno 1740, e furono fatte nelle miniere di piombo di Giromagny, tre leghe lungi da Befort. Nel 1745 de Saussure fece simili esperienze nel cantone di Berna. Nel 1791 il signor de Humbold fece molte sperienze nelle miniere di Freyberg insieme a Freiseleben Nel 1802 il signor Danhuisson diè nuova vita a questa quistione fondamentale, e da questo tempo le osservazioni si sono moltiplicate in Francia, in Germania, in Italia, in Inghilterra, in America, e quasi in tutti i paesi dove i viaggiatori ed i dotti hanno potuto penetrare.

dobbiamo essere meravigliati, che dimorando su di una materia tuttavia incantescente e con tanta sproporzione trà lo spessore della crosta solida ed il diametro della materia tuttavia fusa, non più abbiano luogo quelle catastrofi che violentemente hanno tramutata la superficie del globo in altri tempi.

Ma per provare fondatamente una verità di tanto interesse per la scienza della terra, quale appunto è quella della esistenza del *calore centrale* del nostro pianeta, altre ragioni vi abbisognano ed altri fatti, i quali per ultimo ci somministreranno tali pruove da non potere più dubitare sulla certezza del nostro assunto; le quali ragioni ci vengono offerte dalla stessa osservazione de' fenomeni naturali più ovvi, e primamente dai vulcani. Chi non ha notizia de' vulcani sparsi in tutte le regioni del globo, alcuni de' quali gittano torrenti di pietre fuse e di sostanze liquefatte, formando le meraviglie della natura e la sorpresa degli uomini? e bene, questi fenomeni compiutamente si spiegano per mezzo della teorica del calore centrale, siccome in seguito avremo occasione di esaminare, dappoichè i vulcani altro non sono se non se de' condotti, e delle crepature che mettono in comunicazione la parte fusa della terra con la superficie esterna. (ved. il Frontespizio D. B.). Altra potentissima ragione rileviamo dalla temperatura delle sorgenti di acque termali la quale è sempre maggiore per quanto provvengono dalle parti più inferiori e profonde del seno della terra, e giungono per fino alla quasi ebullizione nelle vicinanze de' vulcani, come le acque termali di Ischia di Bagnoli e del Geyser in Islanda, la di cui temperatura è di 80 gradi. I quali fenomeni, per tacere di altri della stessa natura, meravigliosamente si accordano e ci guidano alla stessa conseguenza, alla quale siamo pervenuti esaminando la temperatura sempre crescente in proporzione delle maggiori profondità della terra. — Altro argomento deduciamo dalla struttura delle rocce *cristalline* o *primitive*, che si

reputano le più antiche essendo a tutte le altre sottoposte. (ved. Frontespizio D. D. 1.). Queste essendo formate da *granito* , *gnais* , *e micascisto* , i cui componenti sono tutti insolubili nell' acqua , e solamente capaci di essere fusi ad altissima temperatura e cristallizzare per raffreddamento , si ha ragione quindi di credere che la loro origine fosse ignea. E tantopiù siamo sicuri di questa loro genesi, poichè vi manca tanto solvente da tenere in soluzione una piccola parte della crosta terrestre : ed anche perchè, se facciamo paragone delle rocce sopra indicate con quelle che tuttogiorno vediamo uscire fuse dai nostri vulcani , l' anologia convalida la conseguenza dedotta dalla natura mineralogica de' componenti.

Finalmente uno sguardo sulla comparsa degli esseri organizzati, i quali si trovano profondati nelle viscere della terra. e la peculiare loro struttura ci somministra grande ragione sulla temperatura della terra a varie epoche , e quindi della sua origine ignea, e del graduato suo raffreddamento, per la irradiazione continua dal calorico nello spazio. Le nostre osservazioni cadono sulle specie fossili di vegetabili che s' incontrano negli strati più profondi del globo, siccome vedremo in appresso: questi si presentano da per tutto e sotto forme gigantesche , di cui le specie nell' attuale si sono intieramente perdute, e solo le analoghe rimangono tuttavia nelle regioni calde della zona torrida. Rileviamo da ciò, che la temperatura della terra nell' epoca della loro vegetazione doveva essere non solo molto elevata ma uniforme da per tutto , senza differenze di climi. Ed invero ciò è consentaneo con la teorica del calore centrale, e con lo stato igneo e primitivo della terra , dappoichè raffreddata e consolidata la sua crosta a tal punto da permettere la esistenza degli esseri organizzati , doveva tenere un calore suo proprio ed uniforme senza l'influsso e la dipendenza del calorico provveniente dall' irradiamento solare , siccome avviene nello stato presente della sua superficie.

Digitized by Google

Dalla esposizione de' quali fatti ed osservazioni conchiudiamo sulla esistenza del calore centrale, e dello stato di fusione interna del globo, di cui la semplice crosta si è consolidata, la quale pure nella sua origine doveva mantenersi in uno stato compiuto di liquidità. È questa famosa teorica la più fondamentale della scienza Geologica, che ha esercitato lo ingegno de' più dotti uomini de' tempi antichi e moderni sembra quindi raffermata dalla forma generale del globo, dal calore crescente che si manifesta nelle maggiori profondità, dai vulcani e dalle sorgenti delle acque termali, dalla peculiare natura delle rocce primitive e fondamentali, e dalla speciale forma e natura dei fossili che si rinvengono negli strati più profondi ed antichi della terra.

Dopo queste nozioni, che era mestieri esporre, per determinare la forma generale del globo nello spazio, dopo aver stabilito il volume, l'estensione, la densità, lo stato interno di fusione della terra ecc; essendo questa immensa massa costituita da sostanze eterogenee, è necessario di procedere alla indicazione delle sue speciali parti. Infatti il pianeta che abitiamo è circondato da una atmosfera gassosa di natura tutta speciale nella quale si avverano de' fenomeni sorprendenti e della più alta importanza. Più: la sua massa principale è costituita di parti solide, che presentano delle cavità o bacini di tutte le dimensioni in cui sono contenute le acque liquide. È dunque convenevol cosa studiare successivamente l'atmosfera, le acque ed i solidi del globo, o in altri termini, tutta la sua superficie in altrettanti capitoli.

Digitized by Google

CAPITOLO II.

DELL'ATMOSFERA TERRESTRE.

Che intendesi per atmosfera terrestre — La terra è circondata per ogni verso da un fluido sottilissimo eminentemento elastico e trasparente, che si appella aria atmosferica. È desso un corpo il quale tuttocchè non cada immediatamente sotto i nostri sensi, come i corpi solidi, o i liquidi, nulladimeno ci si mostra mercè di tanti meravigliosi fenomeni, che avvengono sulla terra e sulle acque, per modo che non abbiamo bisogno di andar cercando altre pruove di sua esistenza. Accadono uragani in ogni clima, ed in ogni mare sorgon tempeste, quindi il fluido aereo cinge tutta la superficie del globo, innalzandosi fino ad una considerevole altezza. Il che rendesi manifesto, dal vedere in tutti i luoghi, sui monti e sulle pianure, galleggiare le nubi portate dal vento, ed al di sopra di queste vedesi il brillante azzurro del cielo il quale addimostra l'altezza dell'aria. Questa gran massa d'aria sparsa intorno alla terra, i cui strati soprapposti l'un sull'altro si innalzano al di sopra delle più alte montagne, è ciocchè dicesi *atmosfera*. In quando alla sua composizione le scoverte chimiche poi han dimostrato esser l'aria non un corpo semplice, ma sibbene un composto di due corpi gassosi, ossigeno ed azoto, i quali misurati esattamente nei loro rapporti di proporzione, si è trovato che 100 parti di aria in volume, contengono 79 di azoto e 21 di ossigeno. Questa proporzione non è mutata fin da quando si è saputo analizzare l'aria, e si trova costantemente la stessa, qualunque sia la regione dell'atmosfera nella quale si prende. L'atmosfera contiene oltre a questi principj, l'a-

Digitized by Google

cido carbonico ed il vapore acquoso, nella proporzione variabile di 3 a 4 100mi. L'aria come tutti i corpi situati sulla superficie della terra è soggetta alla gravità, ed è quindi pesante, la quale proprietà fu riconosciuta dagli antichi Greci, e dimostrata nel 1640 dal Galilei, e poco appresso, confermata dalle esperienze di Torricelli e Pascal. Dalla stessa proprietà congiunta alla elasticità risulta che l'aria si comprime per il proprio peso, e che gli strati inferiori dell'atmosfera sono molto più densi che gli strati superiori. Cotesta proprietà è provata per mezzo del *barometro* il quale misura esattamente la pressione atmosferica. Questa pressione sul livello del mare che rappresenta la parte più bassa di nostra terra equivale a quella che si avrebbe da 32 piedi di acqua, ovvero 28 pollici di mercurio. Laonde la superficie terrestre è in ogni punto premuta come se fosse ricoperta di acqua fino all'altezza di 32 piedi, o da un strato di mercurio di 28 pollici.

Limite dell' atmosfera — Per l'intima costituzione de' gas nei quali predomina la forza di espansione, essi non possono mai come i liquidi avere una superficie libera sulla quale non si operi alcuna pressione, dappoichè è necessario la esistenza di un ostacolo per impedire appunto la lor forza eccentrica, la quale è indefinita, Si è quindi dimandato se l'atmosfera abbia un limite, e a qual distanza dalla superficie del globo questo limite possa esistere, e si è voluto in diverse epoche rispondere a questa quistione in molte differenti maniere. Taluni han detto, poggiati sulla propietà di espansione dei gas, non essere l'atmosfera terminata, ed avere un limite all' altezza di dodici o quindici leghe, siccome si suole generalmente opinare, perciocchè a questo limite le molecole dell'aria spinte della lor forza elastica, e non trovando alcun ostacolo che potesse contenerle dovrebbero diffondersi sempreppiù nel vôto fino ad occupare tutto l' immenso spazio celeste. Secondo questa opinione l' aria sarebbe da per tutto, essa circonderebbe la luna egualmente che la terra,

Digitized by Google

il sole ed i pianeti, e farebbe intorno a questi astri delle atmosfere simili alla terrestre. Ma è dimostrato in ottica la fallacia di questa opinione, e quantunque Laplace avesse cercato distruggerla con le leggi della gravitazione, nulla dimeno dobbiamo a Wollaston gli argomenti maggiori contro tale ipotesi. Infatto, se l'universo fosse ripieno di un'aria atmosferica eccessivamente rara, ciascuno dei corpi che contiene dovrebbe condensarne intorno di sè una quantità proporzionale alla sua massa e alla sua forza di attrazione, in maniera che nel nostro sistema planetario, il Sole, Giove, e Saturno dovrebbero essere circondati di atmosfere molto più considerevoli di quella della terra. Ma osservando il passaggio di Venere dinanzi il disco del solo Wollaston non ha potuto scuoprire alcuna traccia della rifrazione che avrebbe dovuto succedere se il pianeta fosse realmente circondato da un'inviluppo gassoso, che aumentasse a poco a poco di densità. Le osservazioni delle ecclissi su i satelliti di Giove provano bastantemente che Giove non è circondato da alcuna atmosfera; da ciò risulta che l'atmosfera appartiene particolarmente al nostro pianeta, e in conseguenza deve avere limiti determinati. Senza entrare in sottili argomenti riterremo con i fisici il parere che la nostra atmosfera sia limitata, e che non si estende al di sopra di dodici o quindici leghe sulla superficie del globo. Oltre di questo termine sta il vôto, e l'ultimo strato dell'aria è il limite dalla massa ponderabile della terra. L'atmosfera è facilmente attraversata dalla luce, ed il suo colorito è di un blù allorchè è pura e senza nubi. — L'aria che trovasi nelle vicinanze dei vulcani in attività, contiene oltre ai suoi principj costituenti, dell'acido solforoso, e dell'acido idroclorico; nelle miniere di carbon fossile si trova sovente mescolata con l'idrogeno protocarbonato. A questi materiali fa uopo aggiungere l'acqua, la quale esiste sotto due stati differenti: alle volte essa è in vapore assolutamente invisibile, e sotto forma di un vero fluido elastico; altre volte è

Digitized by Google

visibile ovvero sotto forma di vescichette sferiche, o vapore vescicolare; tale è appunto quello che costituisce le nubi ordinarie.

Di tutte le parti del globo l'atmosfera offre all'osservatore i fenomeni più numerosi, più svariati, e sorprendenti; ed è tale l'influsso che esercita sulle azioni *della terra*, come appresso diremo, da richiamare grandemente l'attenzione del Geologo e del Fisico. Nel suo seno avviene che l'acqua divisa in gocciole inpercettibili forma le nubi, diminuisce la trasparenza dell'atmosfera, e riunendosi dà luogo alla pioggia, alla gragnuola, alla neve: nel suo seno si sviluppa il possente imponderabile elettrico che produce la folgore, e mille sorprendenti fenomeni luminosi; nell'atmosfera apparisce quella luce polare che si chiama Aurora boreale, i fenomeni dell'Iride, e per ultimo i venti, gli uragani, e le tempeste che ne agitano e commuovono la grande massa.

CAPITOLO III.

DELLE ACQUE CHE RICUOPRONO LA TERRA.

Differenti stati dell'acqua — L'acqua esiste costantemente in differenti stati alla superficie del globo: alle volte incontrasi allo stato di fluido elastico, e di vapore vescicolare mescolato all'aria atmosferica, come di sopra si è accennato; altre volte è allo stato liquido è dà luogo ai mari, ai laghi, ai torrenti, ai fiumi, ai ruscelli, alle sorgenti ec; altre fiate è allo stato solido e forma delle vere rocce, come nelle regioni polari, o accumulata sotto forma di neve e di diaccio, sia nei tempi freddi, sia sulle alte montagne in tutte le stagioni.

Per fare studio delle acque è uopo dividerle in due grup-

Digitized by Google

pi, in quelle cioè che fan parte di un' immenso serbatoio che circonda tutte le terre, e in quelle che si trovano sparse su di queste ultime.

Mari—Le acque del grande serbatoio sono ordinariamente chiamate *mari o oceani* (Fig. 1. Tav.1.); sulle quali si applicano le stesse leggi idrostatiche delle piccole quantità, per quello che riguarda il loro livello. Le grandi inuguaglianze delle parti solide turbano la sfericità delle superficie dei mari; e ciò appunto pur ubbidire alle leggi di gravitazione, e di attrazione, che esercitano le grandi masse solide delle montagne sui liquidi; di modo che se la catena delle Cordigliere fosse più alta 100 volte le acque salirebbero verso le coste dell' America, tanto dalla parte di oriente, quanto da quella di occidente, e si abbasserebbero al contrario verso le spiagge de' nostri mari, e i nostri porti rimarrebbero a secco. Laonde la sola eterogeneità di sostanze e la varia loro densità che costituiscono i fondi dei mari possono produrre una irregolarità di forma nel livello delle acque. Di modo che nella ignoranza nella quale siamo intorno alla composizione dell' interno del globo ci riesce impossibile assolutamente riconoscere quale sia la vera curvatura della superficie delle acque. Per mezzo poi delle sole livellazioni dirette si sono ottenuti dei risultamenti positivi sul proposito e si è quindi conosciuto essere il livello del Mediterraneo al di sotto di quello del mar Rosso di otto metri e dodici secondi. Questa differenza è risultata costantemente dietro l' esperienze fatte dagl' ingegneri della spedizione Francese in Egitto. Per quello che riguarda l'estensione delle acque tre quarte parti della superficie del globo sono ricoverte dal mare, e basta gittare uno sguardo sopra un mappamondo (Tav. 1 Fig. 1) per farsi un' idea della distribuzione dei mari e dei continenti. Tutti i mari poi si comunicano scambievolmente tra loro, alle volte però non comunicano visibilmente, e danno luogo ai mari interni i quali sono piuttosto dei grandi laghi.

Le acque del mare sono sature di differenti sali, e quello

che più vi predomina è il *cloruro* di *sodio* di cui facciamo uso nel condire le nostre vivande. Secondo l'analisi di Murray, 1000 parti di acqua di mare contengono. —

26, 600 di cloruro di sodio
4. 660 di solfato di soda
1. 990 di cloruro di calcio
9, 910 di cloruro di magnesio;

In tutto 45, 160 parti solide sopra 1000 di liquido, a questi elementi bisogna aggiungere, il bromo, ed il jodo combinati al magnesio. È mestieri però osservare che queste proporzioni variano secondo i luoghi. La densità dell'acqua dei mari, ad egual temperatura dipende dalla quantità di sale che tiene in dissoluzione: verso l'Equatore essa è di 1,02777. L'acqua dell'Oceano è generalmente più densa di quelle dei mari interni, a causa dell'immensa quantità d'acqua dolce che questi ultimi ricevono per mezzo dei fiumi. La densità dell'acqua del mare varia parimenti in rapporto all'altezza del livello, e quindi deve essere più considerevole nel fondo che alla superficie, essendosi ancora negli ultimi tempi ben provata la compressibilità dei liquidi. E però i fenomeni chimici che si avverano sotto la pressione delle acque nella profondità dei mari debbono essere grandemente modificati: da ciò rilevasi che vi saranno alcune formazioni di corpi i quali non più si riproducono alla superficie, e che non si possono imitare nei comuni laboratori di chimica. Per tal ragione avviene che s'incontrano sulla superficie dei continenti attualmente abitata dall'uomo delle sostanze minerali le quali non più si formano.

Dello stato dell'acqua liquida alla superficie della terra. La maggior parte dell'acqua atmosferica si precipita sulle montagne, perchè l'aria calda delle valli delle pianure umide e dei laghi si raffredda ascendendo sul dorso delle montagne, e vi depone la sua acqua sotto forma di rugiada.

Oltre a che le acque dei mari evaporandosi continuamente e sperdendo il loro calore si condensano sotto forma di pioggia, e ricade alla superficie del suolo sulla quale scola per ritornare alla sua origine. Una parte intanto dell'acqua è assorbita per gli strati porosi della terra, e venendo ad incontrarsi con degli strati impermeabili, come le argille, esse si fanno un cammino fintanto che arriva il momento in cui appaiono sulla superficie e danno origine alle *sorgenti*. Inoltre i differenti strati che ricuoprono una parte del globo essendo soventi inclinati, siccome vedremo, ne risulta che l'acqua che si trova tra due strati impermeabili, o sotto un solo, s'inoltra e cammina ad una grande profondità avvicinandosi spesso al fuoco sotterraneo, ricomparendo poi alla superficie del suolo costituisce le sorgenti di acque termali, le quali sorgenti sono molto comuni nelle regioni vulcaniche. Con ciò si spiega che quando per mezzo di una trivella si penetra uno strato impermeabile al di sotto del quale trovasi scorrere l'acqua provveniente da un altezza maggiore, quest'acqua immantinenti si eleva nel cammino artifiziale per prendere il suo livello, e dà così principio ai pozzi *Artesiani*.

Temperatura delle sorgenti.— Tutte le copiose sorgenti godono di una temperatura che in tutto l'anno varia pochissimo, al mutar delle stagioni: nel nostro emisfero segnano il più alto grado di caldo verso il mese di settembre ed il più alto grado di freddo verso il mese di marzo; la differenza tra questi due punti estremi giunge appena ad uno o due gradi. Le sorgenti calde debbono il loro calorico ai vulcani, o se non sono vicine a questi monti ignivomi sembra che il loro calorico dipenda da antiche masse vulcaniche che non si siano per anco raffreddate. Esistono perciò due specie di sorgenti calde, le une sembrano di essere un fenomeno vulcanico, le altre si stimano che provvengano da luoghi troppo profondi e vicini alla parte incandescente, siccome si è detto. Le acque di questo genere più notevoli sono quelle di Carlsbad e di Aix-La-Capelle, le quali,

Digitized by Google

hanno una temperatura di † 70 a † 90 gradi, e l'acqua del Geyser in Islanda, che di tempo in tempo con forza incredibile sospinge in aria una colonna di acqua di 19 piedi di diametro è quasi bollente, avendo l'altezza di 100 piedi.

Le acque delle sorgenti variano ancora moltissimo nelle loro chimiche qualità, secondo la natura dei terreni che esse attraversano; in vero nel percorrere le fessure delle montagne, e filtrandosi attraverso la spessezza degli strati, disciolgono una quantità di sostanze che alterano la loro purità, e divengono per tale processo *acque minerali*. Alle volte esse contengono una gran quantità di gas acido carbonico in dissoluzione, ed inoltre diverse terre disciolte in un'eccesso di questo acido, segnatamente la calce o la magnesia, talvolta anche gli ossidi di ferro, talchè se si lascia l'acqua di sorgente esposta all'aria libera, l'eccesso di questo acido si dissipa a poco a poco, e le terre, nonchè gli ossidi metallici si precipitano: accade lo stesso facendo bollire l'acqua, ove questi sali terrosi formano una crosta intorno ai vasi ne' quali tale operazione s'effettua. Quelle di Castellammare dette acidule ne porgono un'esempio. Talvolta le acque minerali sono chiamate *saline* allora quando tengono una quantità notevole di sali in dissoluzione; ed i più marchevoli sono il cloruro di sodio ed il solfato di magnesia. Quelle di Castellammare, quelle di Sedlitz in Boemia, e quelle di Epsom in Inghilterra contengono molto di quest'ultimo sale. Altre volte sono solforose contenenti cioè il gas idrogeno solforato in dissoluzione, oltre ai principi salini testè descritti, e queste s'incontrano in molte regioni della terra. Si conoscono ancora altre sorgenti che depositano una grande copia di carbonato calcare, come quelle di Tivoli presso Roma che danno luogo ad una massa coerente che si accresce continuatamente, e che si chiama *travertino*. Per ultimo vi sono sorgenti che depongono la silice, dette acque *siliciose*, come quelle di S. Michele, e di Washita negli Stati Uniti.

Digitized by Google

Ruscelli, riviere, fiumi. — I Ruscelli, le riviere, i fiumi hanno la loro origine dalle sorgenti, o dai diacci che li alimentano costantemente. Le loro acque vengono sempre da un luogo più elevato, dal quale si spandono crescendo sul proprio letto camin facendo, e si aumentano per la giunta di altri rigagnoli e per le acque delle piogge che discendono dalle montagne nelle valli, e da quelle provvenienti dalla fusione delle nevi. Per queste ultime principalmente si produce l'accrescimento sì rapido dei torrenti da fargli abbandonare il loro letto, ciocchè avviene alla fine d'inverno ne' climi freddi.

Laghi—Se il corso dell'acqua incontra delle cavità che non può traversare se non se dopo averle riempiute dà luogo ai laghi; così il Rodano attraversa il lago Lemano e il Ticino il Lago Maggiore. Ma i laghi non sono sempre attraversati dai fiumi; spesso avviene che essi non si alimentano se non per le acque delle piogge o delle nevi o da piccoli ruscelli che vi metton fine; alle volte gli stessi danno origine a dei fiumi. Allora quando i laghi prendono una grande estensione formano i mari circoscritti ai quali i Geologi danno nome di Caspj, avendo analogia col mare di questo nome.

Acque solide— Le acque solide sono *permanenti o temporanee*. Queste ultime consistono nelle nevi che cadono sulle terre, e ne' diacci che si formano sulle acque nei tempi freddi, e che si fondono nei tempi più caldi. Le altre consistono nelle nevi, e diacci che resistono al calore di està, senza fondersi completamente.

Le nevi perpetue si osservano in generale per ogni dove la temperatura media è di 3 a 4 gradi sotto lo zero del termometro; donde avviene che esse non possono esistere sotto la zona torrida se non ad una grande altezza, la quale deve continuamente scemare a misura che si avvicina ai poli. Il signor Humboldt ne calcola i limiti nell'emisfero boreale in un modo generale, cioè: sotto l'equatore a 4800 metri; sotto 20 gradi di latitudine a 4550: sotto il 62 a 1750, e sotto il

65 a 950 ; ma questi limiti presentano ancora molte irregolarità, e variazioni ; come ancora si opina che essi siano meno elevati nel emisfero australe , di quello che il sono nell'emisfero boreale ; perchè sembra che a Sandwich sotto il 58 grado di latitudine le nevi perpetue scendono perfino al livello del mare.

Nella seguente tavola trovansi registrate le principali osservazioni fatte fin'ora sul limite delle nevi perpetue , tra l' equatore , e le latitudini di 60 in 70.

Latitudine e nomi degli osservatori	Nomi de' luoghi	Altezza del limite delle nevi , e temp. med.	
da 0 a 10° . . . . . Humboldt	Rucupichinca . Hauhaupichinca . Antisana . . . Corazon . . . Cetopaxi . . . Chimborazo . .	mer. 4795	1,5
da 14° a 19° . . . . . Pendand	Cordegliere orien. Cordegliere occid. Oribaza . . .	4580	
da 19° a 20 . . . . . Humboldt	Pepocatepetl . . Nevado de Toluca	4580	
da 27° a 36° . . . . . Webb	Himalaya vers. or. Himalaya vers. oc.	3850 5000	
da 42° a 43° . . . . . Engelhard, Parrot, Ramond	Caucaso . . . Pirenei . . .	3216 2720	3,5
da 45° a 49°	Alpi	2670	4
Wahlenberg . . . . . da 61° a 71° . . . . . De Buch	Carpazi . . . Picco di Saletind Storvans-Field .	2592 1690 1060	6 5

Dal precedente quadro, esponente le altezze delle nevi perpetue, risulta, che queste non sono fisse di una maniera generale; ma variano con la latitudine, l'esposizione delle montagne, la direzione dei venti, e probabilmente ancora, secondo la stessa natura delle rocce. Le nevi perpetue finalmente sono spesse fiate in tal maniera situate da potersi fendere ed imbeversi d'acqua nelle giornate calde di està, e riprendendo la solidità durante la notte; con ciò si trasformano in diaccio, dando origine ad enormi massi di questa materia che comunemente chiamasi *ghiacciaja*. — Ed ecco brevemente descritte tutte le forme che può prendere l'acqua sulla superficie della terra, nei suoi differenti stati, tanto in piccole masse, quanto contenute nei grandi serbatoi, costituendo uno degli elementi più abbondanti del nostro pianeta.

CAPITOLO IV.

DELLE PARTI SOLIDE DEL GLOBO TERRESTRE.

Distribuzione delle terre e delle acque sulla superficie della terra — La superficie del globo terrestre presenta delle parti ordinariamente solide e delle parti ordinariamente liquide. Le prime sono disegnate col nome di *terre*, siccome le seconde le abbiamo appellato *acque*. Di tutta la estensione della superficie del pianeta, tre quarti presso a poco son formate dai mari, dal seno de' quali si elevano quà e là delle parti solide, ovvero terre. Dando uno sguardo alla Fig. 1. (Tav. 1), si osserva che le terre sono specialmente aggruppate verso il polo nord, costituendo due immense masse, chiamate *continenti*, tagliate in maniere differenti ed irregolarmente,

Digitized by Google

prolungandosi al di là dell'equatore; cosicchè l'emisfero settentrionale contiene tutta l'Europa, tutta l'Asia, l'America settentrionale, od una parte dell'Africa. Al sud non si conoscono altre grandi terre infuori dell'Australia o Nuova Olanda. Del rimanente, qua e là esiste in mezzo ai mari una moltitudine di *isole* che sono alle volte separate le uno dallo altre, e spesso si offrono riunite sopra una piccola estensione in un numero più o meno considerevole, formando dei *gruppi* e degli *Arcipelaghi*, ed alcune volte infino si presentano allineate secondo certe direzioni.

Inuguaglianza delle terre — Le porzioni della superficie del globo di cui abbiamo parlato antecedentemente sotto il nome di terre in generale, fanno parte di una scorza solida di cui la superficie è ineguale, e che sembra formare un'inviluppo continuo intorno al globo. D'altronde le acque essendo costantemente sollecitate dall'attrazione ad avvicinarsi al centro della terra, osse riempieno le parti le più basse delle inuguaglianze della scorza solida, e tendono a mantenersi ad un medesimo livello; o in altri termini a formare una superficie che si considera come rappresentanto la vera curvatura della terra, e che si prende per punto di partenza nella misura delle varie altezze.

Massimo delle inuguaglianze — Il massimo di queste inuguaglianze non ci è dato conoscere, perchè non solamente non abbiamo mezzi certi per misurare le grandi profondità dell'Oceano, ma non ancora si è splorata tutta la superficie della terra per decidere positamente quale fosse il punto più elevato. Nulladimeno si attribuisce tale prerogativa al Dawalagiry ne' monti Himalaya, nel Thibet, che si suppone avere 7821 metri sopra del livello del mare. In quanto poi alle profondità che sono nascoste dalle acque i punti esplorati da' marini e la tendenza che hanno le parti più profondo di riempiersi, fanno credere, che, senza tema di orrore, possono ridursi le più grandi inuguaglianze del fondo del mare tutto al più alla metà di quelle delle terre; ciocchè

porterebbe la più grande differenza di altezza tra le parti della crosta solida del globo a 22000 metri, che corrisponde alla 540ma parte del raggio terrestre. Nonpertanto queste inuguaglianze sono molto meno pronunziate, avuto riguardo alle dimensioni della terra, di quanto sono le rugosità che si osservano alla superficie di un arancio.

Livello delle parti solide — Siccome abbiam detto, le altezze delle terre sono sul livello del mare estremamente varie; così trovansi delle isole a fior d'acqua che si chiamano *scogli* (Tav. 1, fig. 2, a,) : alcune al contrario si elevano ad altezze più considerevoli, formando spesso in tutta la loro estensione un piano, b. di cui i margini offrono dei declivi più o meno ripidi ; altre volte presentano dei piani più o meno inclinati che si riuniscono in una cresta irregolare nel punto, c, ovvero de' coni, d, o delle superficie ondolate come in, e. Queste disposizioni si trovano ad un tempo nelle grandi Isole, ed i continenti sono nello stesso caso, come si vede nella (Fig. 3. Tav. 1); ivi tutte le forme, tutte le altezze dal livello del mare per fino a 7821 metri, la maggiore che si conosca oggigiorno, ampiamente si osservano. Ivi parimenti le parti più rilevanti comprendono le più basse, e l'insieme costituisce un rilievo estremamente vario nei suoi accidenti, presentando simultaneamente, *piani*, *valli*, e *montagne*.

Montagne, loro disposizioni, altezze, e forme diverse —Le parti della crosta del globo le quali si elevano sul livello del mare si disegnano con nomi differenti, cioè di *montagne*, di *colline*, ed in generale di *pretuberanze*, secondo che la differenza di loro altezza è più o men pronunziata Si comprende bene che tutte queste denominazioni hanno nulla di determinato, e che la loro applicazione è sovente arbitraria, dappoichè s'impiegano spesso in un senso relativo piuttosto che assoluto : è veramente quella elevazione che si chiamerà montagna in un paese formato di piani, appena si nominerà *collina* in una regione di alte montagne. Intanto i geografi non danno

Digitized by Google

ordinariamente quest' ultimo nome se non se alle elevazioni di 3 a 400 metri di altezza sul livello del mare. Però, in tutti i casi una montagna qualunque essa sia si eleva quasi sempre in un dolce pendio dal suo piede perfino a certe altezze, ciocchè spesso dipende dall'accumulamento de' suoi frantumi. — Riguardo poi alla forma di loro, questa è estremamente varia, avendo dei rapporti con la natura delle materie che le compongono, e per le quali talune han meritato de' nomi particolari. Allorchè la sommità di una di esse presenta una massa conica più o meno a ripide scoscese, come si osserva sopra tutto ne' paesi vulcanici, le si da il nome di *picco*, il qual nome spesso si applica alla montagna intiera. (Tav. 1 fig. 4, a.). Le cime terminate in punte acute, o in creste dentellate le quali appartengono a certi terreni di gnais elevate a grandi altezze, come nelle Alpi, prendono il nome di *denti* o corna, secondo l'aspetto che esse presentano, (Fig. 4. b.). Si dà il nome di *cilindro* o *torre* alle cime tagliate a picco, che rassomigliano da lontano ad antiche fortificazioni; (Fig. 4. c.), ciocchè osservasi frequentemente ne' paesi calcarei, in dove le montagne si presentano ancora con i fianchi tagliati a scala, e con le cime terminate in piano, (Fig. 4. d.).

Catene — Le montagne sono alle volte isolate, ma più soventi formano delle *catene*, e de'*gruppi*. Le prime sono ordinariamente chiamati *monti*, sebbene un tal vocabolo non è esclusivo, e non solamente si applica alle montagne isolate, ma ancora è comune alle catene, ed ai gruppi intieri; talchè la catena dei Carpazj spesso si appella, *monti Carpazj*. Le catene delle montagne hanno spesso una direzione costante su tutta la loro estensione, tale è quella de' Pirenei; però sovente mutano bruscamente di direzione, come si osserva nelle Alpi di cui la parte occidentale ha una direzione dissomigliante dalla parte orientale. Intanto in mezzo a queste irregolarità si nota, che le principali catene di monti ànno soventi una direzione analoga a quella delle terre nelle quali esse si

trovano; ciocchè veramente non deve recar meraviglia, altro non essendo le terre in generale, che catene di montagne in rapporto al fondo dei mari. Così le principali catene del mezzo di Europa e dell' Asia sono dirette nel senso da ovest ad est; mentre quelle di America sono dirette da nord a sud.

L'altezza delle catene è ancora più irregolare che la loro direzione, e la loro larghezza. Generalmente il centro di esse è la parte più elevata, e le branche laterali si abbassano successivamente fino alla loro estremità; si può dire altrettanto de' rami relativamente alle branche. Ed è parimenti notevole che ove si riattaccano due branche laterali opposte ivi si trovano le più grandi altezze, e tra due branche vicine vi esiste il più spesso una grande depressione che si chiama *collo*. Noi riconosceremo più tardi à chè tengono tutte queste circostanze di forma, e disposizione delle montagne, quando cioè avremo acquistato idee sufficienti sulla loro composizione e formazione.

Incrociamento delle catene — Le catene delle montagne sono numerose alla superficie del globo, e dirette in tutti i sensi; donde avviene che in certi luoghi esse si tagliano scambievolmente in tutte le maniere, e formano reti più o men complicate. Il punto d'incrociamento, che si chiama *nodo*, presenta spesso delle elevazioni molto più considerevoli dei rimanenti rami. Alle volte queste caminano presso a poco parallelamente, e lo spazio che rimane tra di loro offre un vasto piano elevato di cui le catene istesse formano i limiti: un' esempio bellissimo di questa disposizione l'abbiamo tra le Alpi e il Giura, le quali lasciano in mezzo di esse i piani della Svizzera. Le catene incrociandosi in tutte le maniere formano ciocchè da' Geografi chiamansi *sistemi di montagne*, ai quali si rapporta la topografia delle diverse contrade. Sui quali fatti tutti in appresso faremo delle considerazioni particolari che condurranno a delle idee sublimi che si legano ai grandi fenomeni di cui il globo terrestre è stato il teatro in altre epoche a noi remotissime.

Digitized by Google

CAPITOLO V.

DISTRIBUZIONE DEL CALORICO SULLA SUPERFICIE DELLA TERRA.

Cause delle inuguaglianze di temperatura — Se la superficie terrestre fosse da per tutto eguale, e la sua composizione omogenea, il calorico sarebbe distribuito egualmente, e sarebbe determinato dalle latitudini pel movimento del Sole, e dai fenomeni che ne sono l'effetto. Le linee che indicherebbero i punti di eguale temperatura sarebbero tutte parallele tra di loro, e si confonderebbero con i cerchi paralleli della terra; ma ciò non può avvenire sù di una superficie composta di parti eterogenee, di terre e di mari che agiscono differentemente per il loro potere emissivo ed assorbente del calorico.

Le forme di queste parti, le loro posizioni, le loro estensioni relative, l'altezza delle terre sul livello delle acque, la natura del suolo, l'abbondanza o la mancanza della vegetazione, cangiono necessariamente la distribuzione del calore esterno della terra, e solo la osservazione può illuminarci sul proposito. A risolvere però questo problema, *sulla distribuzione del calorico alla superficie del globo*, non ci vogliono osservazioni passaggiere, fatte sopra alcuni punti del terra, ma vi è di mestieri di osservazioni secolari eseguite con buoni istrumenti in tutti i climi; nulladimeno è uopo confessarlo, che la scienza del calorico terrestre, sebbene non vanti per principio che il nostro secolo; pure gl'immensi lavori di *Humboldt* e *Furier* intrapresi con diligenza incredibile, e le osservazioni raccolte nel breve periodo degli ultimi quarant'anni, offrono di già un campo vastissi-

Digitized by Google

mo dal quale si possono rilevare grandi dati per la soluzione del cennato problema. Dalle ricerche adunque del signor Humboldt ne è risultato, che nello stato attuale della terra alla parte superficiale vi sono linee di *eguale temperatura*, le quali linee non sono parallele tra di loro o con l'equatore se non se nelle sole vicinanze della zona torrida: al di là poi del 30mo grado esse divengono più o meno irregolari, e questo è ciò che si è avuto per risultamento delle esperienze. Anche dietro osservazioni si è dedotto che queste linee termali, essendo molto irregolari nelle loro direzioni ci han mostrato parimenti, che le parti orientali dei due grandi continenti sono oggigiorno più fredde delle occidentali, siccome osservasi in Siberia da una parte, e dall'altra nel Labrador, e nel Canadà: Ed in fatti sul nostro continente la temperatura media annuale diminuisce di più in più sopra uno stesso parallelo a misura che si va dall' *Ovest* all' *Est*, come rilevasi dallo specchio seguente.

Luoghi	Latitudini	Longitud. orient.	Temp. med.
Amsterdam	52° 22′	2° 30′	11° 9
Varsavia	52° 14′	18° 43′	8° 2
Copenhaen	55° 41′	10° 15′	7° 6
Moscovia	55° 45′	35° 12′	4° 6
Ckasan	55° 48′	46° 44′	1° 3
Cristiania	59° 56′	8° 28′	6° 0
Upsal	59° 51′	15° 18′	5° 6
Pietroburgo	59° 58′	27° 50′	3° 8
Tobolsk	58° 12′	65° 58′	0 63

Lo stesso si avvera nel continente di America ove il clima è molto più caldo all'Ovest che all'Est, ed i due continenti Americano ed Europeo danno per risultamento lo stesso fatto purchè sono paragonati tra di loro, siccome si rileva dal seguente quadro.

Digitized by Google

AMERICA ORIENTALE

Luoghi	Latitudini	Temp. med.
Nain.	57° 8′	3, 1
Quebec.	45° 47′	5, 6
Nuova-Yorck	40° 40′	12, 1

EUROPA OCCIDENTALE

Luoghi	Latitudini	Temp. med.
Stocolma.	59° 20′	5, 7
Nantes.	47° 13′	12, 6
Napoli.	40° 50′	17, 4

Inoltre, l'interno dei grandi continenti è generalmente più freddo delle coste ; così in Brettagna, nella Scozia, ed in Irlanda si coltivano a pien'aria le piante del mezzogiorno, e gl' inverni sono più miti nel rigore del freddo , che a Milano e nella Lombardia — Ecco degli esempj.

CLIMI CONTINENTALI.

Luoghi	Latit.	Temp. med.	Inverno	Està
Buda	47° 29′	10° 6	— 0°	21° 4
Vienna	48° 12′	10° 3	+ 0°	20° 7
Kasan	55° 48′	3° 1	—16°	18° 8

CLIMI MARITTIMI.

Luoghi	Latit.	Temper. med.	Inverno	Està
Nantes	47° 13′	12° 6	4° 7	18° 8
St. Malò	48° 39′	12° 1	5° 7	18° 9
Edimburgo	55° 57′	8° 8	3° 7	14° 6

Climi estremi. — Quando certi luoghi presentano una varietà straordinaria nella temperatura, e ne' quali ai rigorosi inverni succedono delle està calorose e scottanti, in questi appunto si hanno i climi estremi. Così a Nuova-Jorck situata a 40.° 40 vi s' incontra l' inverno della Norvegia, e l'està d'Italia, a Peckin situato a 39° e 54′ si ha l' inverno di Upsal e l' està del Cairo; siccome osservasi dalla seguente tavola.

CLIMI ESTREMI.

Luoghi	Latit.	Temp. med.	d' Inverno	d' Està
Peckin	39, 54	17, 7	— 3, 1	28, 1
Nuova-Yorck	40, 40	12, 1	— 1, 2	26, 2
Mosca	55, 45	4, 6	— 11, 8	19, 5
Parigi	48, 50	10, 6	+ 3, 7	18, 1

Dalle quali cose tutte rilevasi, che la distribuzione del calorico sulla superficie della terra è ineguale ed è risultato dell' aggruppamento delle terre e dei mari, e tuttocciò che vale a mutare la loro estensione, la loro forma, le

loro disposizioni relative, muterebbe ancora la direzione delle linee termali ; e per ultimo la stessa coltura si è veduto avere grande influsso sul calore dell' esterior crosta della terra.

Temperatura dell'ambiente.— Non solo si è cercato conoscere la distribuzione del calorico sulla superficie terrestre; ma si è parimenti chiesto quale fosse il limite di raffreddamento che si ottiene elevandosi nell'atmosfera; in altri termini si è voluto studiare la temperatura dello spazio. Molti matematici celebri sonosi occupati a stabilire quest'ultimo fatto per mezzo del calcolo ; ed in fatti Furier ha trovato — 50, e Svanberg benchè fosse partito da differenti dati, ha ottenuto per risultamento— 49. Per quello che riguarda poi la temperatura dell' atmosfera e delle acque, le osservazioni raccolte da Arago completeranno la nostra esposizione storica di questo importante argomento. Ecco in breve i risultamenti sperimentali.

1. In nessun luogo della terra sul continente, in qualunque stagione si voglia, un termometro sollevato per 2 o 3 metri sopra del suolo , ed esposto a tutti i riverberi non raggiunge mai i 46 centigradi.

2. In alto mare la temperatura dell'aria, qualunque siano i luoghi e la stagione , non arriva ai 31 centigradi.

3. Il più gran freddo che si sia osservato sul nostro globo con un termometro sospeso nell' aria è di 50 centigradi sotto lo zero. In fine la temperatura del mare non si eleva , sotto qualsiasi latitudine e stagione , al disopra di 30 centigradi.

Dalla esposizione de' cennati fatti si desume quanto inegualmente sia distribuito l' imponderabile calorico sulla superficie della terra e nel seno dell' atmosfera ; e tutto ciò pare che sia in piena dipendenza della peculiare struttura del nostro pianeta.

Digitized by Google

PARTE SECONDA

DEI FENOMENI CHE MODIFICANO ATTUALMENTE LA SUPERFICIE DEL GLOBO, E DELLA APPLICAZIONE DI ESSI ALLA FORMAZIONE DE' TERRENI.

Obietto della Geogenia e sue principali divisioni —Quella parte della Geologia che ha in mira lo studio dei fenomeni che han modificato, e modificano tuttavia la forma, la composizione, e la disposizione dei materiali che costituiscono il globo, si appella Geogenia; la qual parola, come facevamo riflettere altra volta, si usava dagli antichi Geologi per indicare lo studio ipotetico sull'origine del nostro pianeta, e del suo passaggio per una serie di trasformazioni ideali. Ma ristretto oramai il limite delle sue indagini, ed essendosi arricchita la scienza di un numero grandissimo di fatti positivi e bene osservati, la *Geogenia* da ipotetica è divenuta scienza di osservazione; onde noi nel solo aspetto sperimentale cercheremo studiarla.

Digitized by Google

Divideremo questo libro in due *sezioni*; nella prima indicheremo i principali fenomeni che modificano la superficie terrestre; e nella seconda applicheremo questi stessi fatti allo studio del modo di formazione dei terreni.

I fenomeni geologici poi che attualmente modificano la crosta della terra, riduconsi in varie categorie, secondo la natura degli agenti che tali cambiamenti producono. Perciocchè alcuni sono *ignei*, cioè avvenuti per mezzo del calore centrale, ed a questi rapportansi i vulcani, i terremoti, i sollevamenti dei continenti ec.; altri sono *meccanici*, dovuti agli attriti delle acque sui solidi, e di questi su di sè stessi; alcuni altri sono puramente *chimici*, come le azioni molecolari delle varie sostanze costituenti talune rocce, ed altri finalmente sono attribuibili agli esseri organizzati animali e vegetabili i quali costituiscono i fenomeni *fisiologici* della terra. Separatamente, e con ordine sporremo ciascuno di questi fatti.

Digitized by Google

SEZIONE PRIMA.

DEI FENOMENI CHE ATTUALMENTE SUCCEDONO.

CAPITOLO I.

DEI TERREMOTI.

Che s'intende per terremoto—Incominciamo lo studio dei fenomeni che modificano la crosta terrestre dal più disastroso, e terribile per le popolazioni, intendo dire del terremoto. Esso consiste in un' agitazione più o meno violenta del suolo, ordinariamente accompagnato o preceduto da rumori sotterranei, e che in un' istante riduce in rovine le città più floride, tramutando grandemente la superficie dei luoghi ove succede.

Quest' agitazione o movimento non dura che per un istante, ed alle volte è sì debole da non rimanere veruna traccia del suo passaggio, tanto che gl'individui che si trovano sul luoghi non l'avvertono punto. Spesso però gli scuotimenti hanno una più lunga durata, si rinnovellano a cert'intervalli gli uni dopo gli altri, e sono sì violenti, che il suolo si fende in diversi sensi, i laghi sono disseccati, e le intiere montagne scrollano dalle fondamenta.

Questi movimenti dei terreni sono di diverse specie. Soventi sono oscillazioni orizzontali più o meno ravvicinate, altre volte sono scosse verticali, cioè sollevamenti rapidi, e abbassamenti successivi del suolo.

In alcuni casi il terremoto si trova circoscritto in un dato

Digitized by Google

spazio da non propagarsi nelle contrade vicine, e questo succede più volentieri nelle isole; ma altre volte lo stesso terremoto si propaga ad immense distanze, ed agita una superficie considerevole. Così quello del 17 giugno 1826 si fe sentire in tutta la Nuova Granata, ed esercitò la sua azione su parecchie migliaia di metri quadrati. Fra gli esempi di terremoti propagati a distanze straordinarie è memorando quello di Lisbona avvenuto nell' anno 1755, che si estese fino alla Lapponia da una parte, e per fino alla Martinicca dall'altra, ed attraversando una tal direzione si fe sentire in Africa, distruggendo Marocco, Fez, Mechinez, mentre nello stesso momento l'Europa tutta ne risentì gli effetti in un modo stranissimo. Presso di noi sono da rammemorarsi i terremoti di Calabria del 1783, e quello che danneggiò la nostra Napoli nel 26 luglio 1805.

I terremoti accompagnano sovente le eruzioni vulcaniche, ed è perciò che sono più frequenti nelle contrade ove ritrovansi vulcani, o in attività, ovvero estinti. Così secondo il rapporto di Humboldt, nel 1797 il Vulcano di Pasto, all'est del fiume Guaytara, presentò continuamente per tre mesi un'alta colonna di fumo, la quale disparve nello stesso istante in cui per una distanza di 60 leghe il gran terremoto di Riebamba, e l'eruzione di fango della Moja distrussero 40, 000 individui. Però questa relazione tra i terremoti e l' eruzioni vulcaniche non sempre si ravvisa; ed in fatti i terremoti più memorabili dell' America, quelli che hanno distrutta la Guadalupa nel 1812, quelli che rovinarono le città di Latacunga, Rio-Bamba, Caracas, Barquisimeto ec. per i quali più di 100, 000 persone han perduto la vita, non hanno avuto coincidenza alcuna con eruzione vulcanica ben dimostrata.

Gli spaventevoli fenomeni descritti si avverano non solamente sulla crosta solida della terra, ma ancora sotto le acque del mare: e questo è ben naturale, dappoichè quando le parti solide del globo sono agitate, le acque che ripo-

Digitized by Google

sano su di esse deggiono risentire ancora l'effetto del movimento, sicchè non di rado succede che i naviganti hanno avvertito in alto mare forti scosse che loro han fatto temere vicina la sommersione de' loro vascelli. Ultimamente il Lyold Austriaco rapportava il fatto che una nave a vapore fu sul punto di perdersi nelle acque del mar Nero, dappoichè una specie d'imbuto di acqua si formò innanzi al suo cammino. Quivi le acque avevano una specie di movimento spirale dovuto ai sprofondamenti cagionati da' terremoti sottomarini e quindi agli spazi che si riempivano. — Sulle coste dei mari succede ancora che questi irregolari movimenti diventano più sensibili, cosicchè le acque si agitano, si allontanano dalla terra, e rivenendo con maggior violenza sommergono e terre e le popolazioni.

Effetti dei terremoti — I terremoti cagionano sul suolo importanti modificazioni che molto interessa studiare, e su tal riguardo il nostro paese ci somministra esempj meravigliosi, e che sono stati bene descritti dai nostri più diligenti Naturalisti. Infatti i terremoti di Calabria avvenuti nel 1783 somministrano esempj strani per i cangiamenti che apportarono sul suolo. Tutto fu sconvolto in quel terribile avvenimento; il corso delle acque fu interrotto e mutato; molte case furono sollevate sul livello de' luoghi vicini, ed altre a poca distanza furono più o meno infossate o sepolte; i più stabili edifizj furono lesionati ed aperti, ed in certe parti le fondamenta comparvero fuori terra. Il suolo si aprì in tutti i versi presentando lunghe e larghe fenditure disposte in modi irregolari e bizzarri. Di queste crepacce alcune si richiudevano con una seconda scossa ed altre restavano invariabili. Nel primo o secondo caso succedeva che l'uno dei margini della fenditura si abbassava, ovvero rimaneva nello stesso piano di livello cagionando una superficie curva e spezzata. I quali cangiamenti sono visibili nella Tav. 1. fig. 5. In certi luoghi si vide sorgere dal profondo delle cavità improvvisa

mente una immensa quantità di acqua ; da risultarne dei laghi più o meno estesi, senza scolo apparente, ovvero dando origine ad enormi torrenti. E mentre ciò succedeva in un luogo per contrario in altri dei ruscelli furono assorbiti dalle fenditure ove s'ingolfavano sia per un certo tempo, sia perennemente. In fine l'azione del terremoto non si limitò solamente sul continente, ma questi fenomeni si manifestarono quasi con la stessa energia perfino a Messina, attraversando il Faro, e piucchè la metà della città venne distrutta, 29 villaggi furono scrollati, ed il fondo del mare provando gli stessi movimenti, le acque soprapposte furono siffattamente agitate che inondarono molti villaggi situati sulle coste.

Oltre agli effetti descritti i terremoti producono spesso sollevamenti, ed abbassamenti diversi, e questi fatti succedono non solo sopra piccole estensioni, ma si manifestano per estese contrade. Così da terremoti avvenuti sulle coste del Chilì nel 1822, 1835, 1837, sono risultati effetti straordinarii. In diverse parti della costa da Valdavia perfino a Valparaiso che forma una grande estensione di 200 leghe, manifestamente si osservò un sollevamento sul livello del mare. E per contrario in molti luoghi avvenne un abbassamento di suolo. Questi stessi fenomeni relativamente alle coste dei mari sono stati espressi dagli antichi in modi troppo dubii e limitati, ed in una maniera particolare, che implicitamente annunzia il sollevamento; dappoichè essi ne rapportavano l'effetto all'elemento mobile de' liquidi, e non già ai solidi. Per ora ci è sufficiente l'avvertire che le coste in alcune circostanze si elevano, in talune altre si abbassano, ed attribuiamo questi fenomeni ai mutamenti che succedono sulla crosta terrestre per opera dei terremoti. Parimenti dagli effetti diversi che hanno ancora prodotto sotto i nostri occhi troviamo ragione di alcuni fatti rapportati dagli storici dell' antichità: in guisa che nessuno oserebbe oggigiorno dare una formale mentita ai racconti di Plinio sul congiungimento della Sicilia

col rimanente d' Italia o che secondo questo storico avvenne il separamento per mezzo di un terremoto ; similmente l'isola di Cipro fu disgiunta dalla Siria per lo stesso fatto naturale. Nè sappiamo del pari negare l'esistenza dell'isola Atlantide ora coperta dalle acque, che secondo la tradizione Egizia profondò nel mare nello spazio di tempo di un giorno e di una notte. È meglio conchiudere dall' insieme delle osservazioni de' fatti avvenuti e che tutt' era succedono sulla superficie terrestre, che grandi profondamenti e sollevamenti hanno avuto parte nel magistero della natura per quindi arrivare alla configurazione attuale della superficie del globo.

Cause de' terremoti — Le cause dei terremoti non possono essere riconosciute in una maniera positiva, o siccome avviene di altri fenomeni naturali i quali sono avvolti in tenebre oscurissime, e che per ispiegarli ci gioviamo di ipotesi più o meno probabili, così per un tal fatto ricorriamo ad opinioni più o meno fondate. In fatti dalle relazioni che esistono frequentemente tra questi fenomeni ed i vulcani, siamo indotti a credere, che i primi siano in certo modo un risultamento della stessa causa che produce gli ultimi. Ed in vero, avendo esposto altra volta che la parte solida del globo non è che una crosta poco spessa, in rapporto alla lunghezza del raggio terrestre, sotto cui trovasi una massa liquida che tende a solidificarsi, e che in questo passaggio dallo stato solido allo stato liquido si cagiona uno sprigionamento di gas, ed un restringimento nelle parti esterne, atteso il progressivo raffreddamento interiore ; si comprenderà volentieri secondo questa teorica che dalla forza espansiva de' gas contro gli ostacoli, nonchè dal disquilibrio di temperatura debbano risultarne dei movimenti e delle scosse sufficienti per produrre gli effetti da noi testè descritti col nome di terremoti.

Si sono immaginate altre spiegazioni, ma la più probabile è quella pocanzi riferita.

CAPITOLO II.

DELLE LENTE SOMMERSIONI ED INNALZAMENTI DEI CONTINENTI

Descrizione del fenomeno — La gran quistione sulle lente sommersioni ed emersioni dei continenti dal mare si è cercata dirimerla in due modi differenti, attribuendo il fenomeno ora all'abbassamento delle acque, ora all' innalzamento della parte solida delle montagne. E sebbene non ancora possediamo una serie di osservazioni connesse in modo, che dall'insieme si potesse con certezza argomentare se il cambiamento stia nel mare o invece nelle terre; nulladimeno l'opinione più generalmente ricevuta e nello stesso tempo garentita da maggiori probabilità e scientifiche deduzioni è quella che suppone il sollevarsi, e l' abbassarsi delle terre e non la diminuzione delle acque.

Però sembra che la opinione della diminuzione delle acque del mare e dell'abbassamento del suo livello fosse quella dei più antichi naturalisti. Nel 1732 l'Accademia delle scienze di Upsal volle verificare con rigorosi esperimenti il fatto, e fu assicurata che la costa della Svezia in pochi anni trovavasi per molti centimetri più alta sul mare, onde conchiuse che nel Baltico avveniva un continuo abbassamento. Or questo risultamento essendo stato contraddetto da altri i quali sostenevano l'innalzamento del continente, si istituirono più diligenti ricerche, che tuttavia continuano, e dalle medesime si è rilevato che il cambiamento non è uniforme per tutt'i luoghi, dal perchè in alcuni appena è sensibile, ed in altri le terre invece di elevarsi si abbassano nel mare, di maniera che il cambiamento non è per tutto uniforme sopra grandi estensioni. Uno dei più speciosi esempi di questo fenomeno l'abbiamo nelle vicine coste di Napoli e precisamente in Pozzuoli,

dove i pilastri del preteso ponte di Caligola offrono a varie altezze i segni di conchiglie marittime, di *serpole* ed altri nicchi marini, i quali dimostrano in pochi secoli essersi sollevata e sommersa quella parte della spiaggia. Lo stesso si desume dalle osservazioni che si fanno nelle terme del famoso tempio di Serapide. In esso più cospicue riescono le pruove di cangiamento di livello; dal perchè vi sono tuttavia tre colonne di cipollino in piedi, le quali offrono alla altezza di 10 palmi e più i traforamenti di nicchi litofaghi; ciocchè ci porta a conchiudere che quelle colonne si siano profondate e sollevate parecchie volte nel mare perfino a quella altezza: che anzi ciocchè è pure ammirabile si è, che altra volta lentamente si opera una novella sommersione, avuto rapporto allo stato del livello delle acque nel principio di questo secolo. Dalle quali cose tutte rileviamo che la superficie di nostra terra è instabile, poichè sotto i nostri occhi vaste contrade si sono sollevate, e si sollevano tuttavia, del pari che altre si sommergono. Le quali cose succedono nel lungo lavoro del tempo; nè hanno nulla di meraviglioso allorchè si riflette alla sottigliezza della scorza solida della terra in proporzione della parte fusa, che ricopre, ed alle continue agitazioni prodotte dai terremoti e dai vulcani, ciocchè induce per ultimo risultamento la grande mobilità delle terre. In seguito vedremo come da queste svariate azioni d'innalzamento e di abbassamento delle terre si spiegheranno i grandi cambiamenti avvenuti nella crosta esteriore del globo.

CAPITOLO III.

DEI FENOMENI VULCANICI

I fenomeni che presentano i vulcani sono molto più importanti di quelli precedentemente studiati, sia per la energia con la quale operano, sia per gli effetti che producono, e per la loro influenza sulla scienza della terra in generale. Son essi costituiti dall'insieme delle circostanze le quali menano alla superficie esteriore i materiali preparati nell'interno della terra, stabilendo in tal guisa delle comunicazioni tra la parte fusa del globo, alla superficie esterna (V.S.Frontespizio. D. B.). Questi fenomeni hanno il più stretto rapporto con i terremoti, ed in una certa maniera ne sono i risultamenti. Studiando poi attentamente i principali fenomeni dei vulcani essi consistono nella eruzione, fuori della crosta solida, di gas di diverse specie, di acque calde o fredde, semplici o solforose: e questi sono i risultati più semplici e passeggieri. Ma oltre a questi materiali, i vulcani rigettano attraverso il suolo sollevato ed aperto, accompagnate da detonazioni violente, materie allo stato di fluidità ignea che per raffreddamento diventano rocce compatte; le quali colano e si distendono per la china del monte, e vanno sotto il nome di *lave*. Spesso queste materie solide lanciate dai vulcani sono allo stato polverulento, le quali ordinariamente chiamansi *ceneri* o *sabbie vulcaniche*, e se il volume dei frammenti è alquanto considerevole appellansi *lapilli*. Bene comprendesi però che non vi è una linea di separazione tra le materie solide, e quelle che nello stato di liquidità ignea i vulcani rigettano, dappoichè si ha un continuo passaggio tra i suddetti materiali,

appena essi perdono il calorico che investivali. Le ceneri che si sollevano dai vulcani formano nubi sì fitte ed oscure, che le contrade intiere le quali ne sono danneggiate, in pieno giorno si avvolvono in perfetta oscurità; e queste ceneri sono trasportate dai venti a distanze straordinarie. L'unione poi di tutte queste materie solide eruttate dai vulcani, col ricadere che fanno sul suolo dà origine al depositi più o meno incoerenti, i quali costituiscono le parti più importanti del suolo adjacente ai vulcani sotto nome di *terreni vulcanici*.

Sollevamenti prodotti dai vulcani. I vulcani danno origine a sollevamenti più o meno considerevoli i quali avvengono in differenti modi. Alcuni consistono in una specie di cono troncato terminando in una cavità che porta il nome di *cratere*, e sono una conseguenza semplice delle eruzioni che si effettuano per mezzo degli stessi vulcani, dove i materiali lanciati nell'aria ricadono sopra se stessi. Altre volte i sollevamenti si formano per semplice spinta dal basso in alto dei materiali che compongono le grandi masse sottostanti, così una specie di un tale sollevamento dette origine al Monte— Nuovo nelle vicinanze di Pozzuoli, il qual fenomeno avvenne nel 1538, ed in una maniera veramente meravigliosa rapportataci da tutti gli storici di quei tempi tra quali il Porzio, e Pietro Giacomo di Toledo. Costoro ci lasciarono scritto che violenti terremoti agitarono per due anni le terre vicine, e tra i 27 e 28 settembre di quell'anno non lasciarono alcun riposo, nè di giorno, nè di notte, ed il piano, che si trovava tra il lago di Averno, monte Barbaro ed il mare, fu sollevato, presentando diverse fenditure. Si vide allora una grande estensione di terreno elevarsi sotto forma di una montagna nascente; nella notte dello stesso giorno questo monticello di terra si aprì con gran rumore, e vomitò fiamme considerevoli, nonchè delle pomici, e pietre mescolate a copiosissime ceneri. Questa eruzione durò per sette giorni, ed i materiali

proiettati riempirono in parte il lago Lucrino. Da questo tempo in poi la tranquillità di quelle contrade non è stata punto turbata, e tuttavia persisto. Lo stesso fenomeno ma con circostanze differenti avvenne nel 29 settembre 1756, presso la Città di Ario; in dove parimente dopo due mesi di terremoti, secondo i rapporti di Humboldt, in mezzo ad un piano coperto di canne da zucchero e d'indaco si formò in una notte una gibbosità nel suolo di 160 metri di altezza verso il centro, coverto da migliaja di piccoli coni fumanti, in mezzo ai quali si elevarono sei grandi monti, il più alto di cui fù chiamato Jorullo, ed era piucchè 500 metri ai di sopra del piano. Fig. 6. Tav 2. Lo stesso ha dovuto avvenire del nostro Vesuvio, il quale si è formato, e s' innalza in forma di cono, nel mezzo del monte Somma che lo cinge Fig. 7. Tav. 3. Anticamente vi era il solo m. Somma, e Diodoro Siculo, Strabone, e Vitruvio, che scrissero pochi anni dopo la venuta di Cristo, descrivono il m. Somma senza discorrere in veruna maniera del cono sì rimarchevole che forma l'attuale Vesuvio. Tav. 3., Che anzi alcuni fra gli antichi dall' apparenza delle rocce giudicavano che il m. Somma fosse un vulcano, ma da lungo tempo estinto, tanto che Strabone racconta avere il monte Somma *una grande fertilità sulle sue pendici, ed offerire una sommità troncata in gran parte unita, ma intieramente sterile e di un' aspetto bruciato, mostrando delle cavità, e delle fenditure di pietre calcinate.* Da ciò si rileva che l' attuale nostro Vesuvio, di cui le rocce son differenti del m. Somma, si è formato molto più tardi, e forsi nel tempo della famosa eruzione dell' anno 79 dell'era volgare. Questa catastrofe orribile non produsse lave, ma con tremendo rumore e disordine precipitò *una gran parte della montagna nel mare*, secondo dice Plinio il giovine, e seppellì le famose città di Ercolano, e Pompei, non come volgarmente si crede sotto torrenti di materie fuse, ma per la soprapposizione dei lapilli, e delle pomici rigettate dal nuovo vulcano, i quali

materiali forman parte del sottostante Somma. In questa orribile eruzione morì il più grande Naturalista dell'antichità Plinio il Vecchio.

Relazioni tra i vulcani ed i terremoti — I vulcani spesso si ostruiscono nei loro condotti a delle grandi profondità, e la tranquillità si ristabilisce ad un tratto. In altri casi si fa un condotto permanente, e si stabilisce un foco continuo di attività, dal quale continuamente provvengono materie gassose, ed eruzioni di differenti sostanze, formando così i vulcani in attività. Questi condotti vulcanici i quali comunicano con la parte fusa interiore essendo come spiragli della terra Fig.7 Tav. 11 sono preservativi contro la violenza dei terremoti: onde quando si ostruiscono, ed i vulcani divengono inattivi, i terremoti si succedono con maggiore energia. Ed infatti abbiamo esempi valevoli a dimostrare le relazioni tra i terremoti e le eruzioni vulcaniche: così i terremoti di Caracas del 1812 ebbero fine con la eruzione del vulcano S. Vincenzo nelle Antille; parimenti abbiamo sopra veduto che l'eruzioni di Iorullo e di Monte Nuovo dettero fine ai terremoti che desolavano le vicine contrade. In contrario, manifestansi i terremoti appena che i vulcani diventano inattivi: così nel 1797 quando il vulcano di Papajan finì di gittare fumo e materie fuse, la valle di Quito fù agitata da violente scosse. Dai quali fatti rileviamo essere i vulcani quasi *valvole di sicurezza* del nostro pianeta, preparati dalla Provvidenza per prevenire lo sconvolgimento completo del globo terrestre.

Circostanze che accompagnano le eruzioni, e loro durata — Le eruzioni vulcaniche sono ordinariamente accompagnate da sviluppo di calorico e luce, e le lave le quali colano e si spandono sul suolo sviluppano naturalmente un calore considerevole, ed una luce da sembrare in tempo di notte come torrenti di fuoco. Per quello che riguarda la loro energia, questa è varia, e per l'ordinario le eruzioni hanno breve durata, e si ripetono ad intervalli di tempi indeter-

minati : e nel tempo che passa fra le diverse eruzioni, o si restituisce una perfetta calma, o continua meno energica l'emissione delle sostanze gassose e fuse. Sembra però che più le interruzioni sono protratte, più le eruzioni sono violente e viceversa. Di modo che fra tutte le eruzioni conosciute del Vesuvio la più spaventevole fu quella del 79, la quale distrusse le città di Ercolano, Pompei, e Stabia e che ebbe luogo in un epoca in cui non si aveva alcuna ricordanza di anteriori eruzioni, sebbene dovevano esservi state; dal perchè si trovano costruite queste città per lo appunto con materiali vulcanici e sopra lave compatte—Allorsquando le eruzioni durano lungo tempo senza interruzione non presentano grandi fatti e caratteri di distruzione, ma si restringono in certi limiti; così il piccolo vulcano di Stromboli nelle isole Eolie, che non si è mai veduto in riposo dalla più remota antichità, non presenta altro che una specie di fornace ardente, ovvero un bacino di lave fuse, in uno stato di agitazione e di bollimento continuato, dal quale si elevano dei getti di materie incandescenti che ricadono sopra se medesime.

Vulcani sottomarini — Tutti i fenomeni testè descritti non solo hanno luogo sulle terre, ma ancora succedono sotto i mari. Così nelle vicinanze di Sicilia surse l'isola Ferdinandea nel 1831; Bogoslaw, nel 1814 nell'Arcipelago Aleutino ec. Il mediterraneo ci offre esempi di eruzioni sotto — marine nelle isole Santorino, Therasia, e d'Aspronisi, che secondo gli storici apparvero sul livello delle acque molti secoli prima di Cristo in seguito di violenti terremoti: infatti rilevasi dai loro racconti, che 186 anni prima dell'era Cristiana comparve Hiera dal fondo del mare e che di seguito quest'isola si accrebbe di molto per l'aggiunzione di altre piccole isole le quali si sollevarono nelle sue vicinanze negli anni 19, 726, 1427. Così eziandio venner fuori successivamente Micrakameni nel 1573, e Nea-Kameni nel 1707 ec. Tutti questi fenomeni sono annunziati dalle materie incandescenti

Digitized by Google

proiettate sulle acque, da scorie e pomici che vengono alla loro superficie, e dalle stesse rocce fuse che appariscono in mezzo a nembi di vapori e tra bollimenti delle onde del mare, la cui temperatura diviene allora molto elevata in quelle località. Fa uopo aggiungere che le Isole le quali risultano per queste azioni vulcaniche, non conservano la loro forma indefinitamente, ma dopo un più o men lungo processo di tempo scomparono, sia per le azioni de'terremoti, sia che la loro massa s'infossa negli abissi formati sotto di loro. L'isola Ferdinandea fu distrutta in tal modo, ed un'altra sollevata nel 1719 presso S. Michele nelle Açores si vide scomparire nel 1723 rimanendo in sua vece una profondità di circa 133 metri.

Crateri di sollevamento — Avendo detto che i Vulcani consistono nell'insieme delle circostanze che menano alla superficie esteriore della crosta solida della terra le sostanze fuse ed incandescenti dell'interno, per una spinta che si esercita da dentro in fuori dalle stesse materie fuse; si comprende che il primo effetto di un'eruzione è quello di rompere con violenza la crosta terrestre nella direzione che le materie interiori han preso per uscir fuori. I terreni; qualunque essi siano, vengon ad un tratto sollevati sopra una estensione più o meno considerevole, o curvati a maniera di una gibbosità sovente fenduta in tutti i versi; ma appena avviene l'esplosione, come per effetto di una formidabile mina, ne risulta un'apertura a forma d'imbuto, per cui vengono fuori le materie gassose, e le altre che han cagionato il fenomeno. A queste iniziali aperture le quali possono effettuarsi in tutti i terreni si dà il nome di *crateri di sollevamento*, per distinguerli appunto da ciò che ulteriormente succede nella serie del fenomeni vulcanici, ed il monticello istesso, che si produce alla superficie del suolo per questo primo effetto, si chiama *cono di sollevamento*, per distinguerlo dagli analoghi che si formano per lo accumulamento delle materie rigettate fuori dai vulcani nelle loro eruzioni. I caratteri di distinzione di que-

sti crateri di sollevamento sono rilevati dalla disposizione degli strati dei terreni sollevati, che è molto differente da quella che si osserva nel rimanente del suolo circostante. Infatti questi strati si trovano inclinati per tutti i versi intorno l'asse del cono, siccome osservasi nella Fig.8. tav. 2. che presenta il taglio dell'interno della cavità crateriforme. Monte-nuovo nelle nostre vicine contrade di Pozzuoli ce ne offre un esempio. Infatti la montagna essendosi formata per sollevamento à aperto il terreno projettando le materie incandescenti, e la cavità che si può ancora studiare oggigiorno, presenta intorno intorno sotto l'inclinazione di trenta gradi i differenti strati di terreni che pel rimanente della Campania si trovano disposti orizzontalmente — Ai crateri di sollevamento fa uopo ridurre ancora quelle specie di *circhi*, o per meglio dire avanzi di circhi, che si trovano sparsi in gran numero sulla superficie della terra, sebbene atteso le dimensioni loro gigantesche, in rapporto a quelle de' veri crateri formati dalle eruzioni, alquanto con difficoltà si ammette l'opinione per noi cennata sulla loro origine. Ma se si riflette che questi crateri si sono formati per lo sprofondamento di un gran cono di eruzione, quella prima supposizione offre nulla d'impossibile; tanto più che le osservazioni raccolte da illustri naturalisti meglio provano un tal fatto. La qual disposizione, è rimarchevole, fra li tanti esempj, nell'isola di Palma di cui il sig. De-Buck con mirabile precisione rilevò il disegno. Vedi Tavola 2. Fig. 9. — Nè mancano altri esempl per dimostrare l'origine di questi grandi crateri di cui la spiegazione sembra una speculazione ipotetica. Così alla sommità dell'Etna si formò una cavità di 420 metri di profondità nel 1832, mentre altri sprofondamenti erano succeduti in altri tempi. Avviene anche spesso che simili profondità si riempiano ad un tratto di acque dando luogo ad un lago, siccome succedè nell'antica Cesarea di Cappadocia nel 1835, Che anzi sonosi veduti gli stessi monti vulcanici scrollare dalle fondamenta ad un tratto, ed essere sostituiti da laghi profondi sic-

come avvenne del vulcano di Papandayan a Java nel 1772, seppellendo nell' abisso piucchè quaranta villaggi edificati sopra le sue pendici: similmente avvenne della sommità di Carguaraizo, cono vulcanico, che uguagliava in altezza lo stesso Chimborazo, che scrollò nel 1698; e così di altri infiniti esempj di somigliante natura. La ragione di tali fenomeni è in ciò riposta, che la gibbosità de' monti vulcanici, ed i sollevamenti di quei terreni essendo prodotti da materiali liquidi e gassosi che forzano la crosta terrestre a rigonfiarsi, se avviene che tali materie si fanno via per altri aditi, ovvero si riducono al primo stato di quiete, le masse sollevate trovandosi senza un appoggio, scrollano per la propria gravità, rimanendo un grande spazio vuoto. Però queste cavità *Crateriformi* non rimangono come l'abbiamo descritte, ma vi si manifestano posteriormente altri fenomeni, sorgendo in mezzo a loro altri coni più piccoli di eruzione. Così nell' antico cratere di Somma abbiam detto essersi formato il monte Vesuvio nell' anno 79 dell' era cristiana. Tavola 3 Fig. 11. Parimenti il picco di Teneriffa incontrasi in un gran circo di cui le pareti si elevano da 300 a 600 metri. Questo stesso fatto rendesi più notevole dando uno sguardo alla Tav. 3 Fig. 10 che rappresenta l' Isola Barren nel golfo di Bengala, scoverta nel 1787, Ivi si osserva un vasto circo costituito da alte montagne in dove il mare entra per una sola apertura, mentre il centro viene occupato da un vulcano in attività di circa 600 metri di altezza.

Interno de' crateri — Dopo i terribili fenomeni di eruzione nel qual tempo non si può avvicinare queste cavità di forma conica atteso i pericoli immensi che si corre, oltre alla sorpresa di osservare questi luoghi bruciati, i quali richiamano alla mente idee di maraviglie, e nel tempo stesso di spavento per gli orribili fatti a quali danno luogo, ordinariamente queste cavità non offrono che getti e vapori solforosi i quali esalano per tutte le fessure del suolo, in mez-

Digitized by Google

zo agl' interstizj delle scorie ammonticchiate, e tra i piccoli coni sparsi nello interno del cratere. Osservasi però talvolta in taluni luoghi una materia nera fosca e bollente dalla quale sviluppansi scintille, avendo un movimento di rigonfiamento, e che forma la materia delle lave. Nei lunghi intervalli di quiete ne' quali i crateri non offrono se non se sviluppo di sostanze vaporose, e gassose, le istesse tracce delle azioni vulcaniche vengono a scomparire, siccome rapportasi essere avvenuto del Vesuvio in cui innanzi la eruzione del 1631 le pareti del cratere eransi ricoverte di vegetazione. In alcuni altri crateri internamente ed esternamente vi si osserva un' azione continuata, e quando ciò avviene, l' eruzioni ànno nulla di spaventevole e disastroso per gli effetti, siccome osservasi nel piccolo vulcano di Stromboli che dalla più remota antichità, e dopo i tempi di Strabone offre l'aspetto di una specie di fornace, in cui una quantità di lave fuse che ne occupano il fondo sono in uno stato di agitazione e di bollimento continuato, proiettando da tempo in tempo materie scoriacee le quali ricadono sopra sè medesime. Succede talvolta che queste lave accumulate nello stesso cratere, sperdendo il calorico che l'investiva diventano solide e costituiscono un novello cono con piccolo cratere in mezzo all' antico: ciocchè attualmente si sta effettuando nel nostro Vesuvio, rendendosi da giorno in giorno sempreppiù elevato. Lo stesso fenomeno si è riprodotto più volte, siccome può rilevarsi da un disegno fatto nel 1829, che dimostra l'interno del cratere accidentale che si stava operando in quello del Vesuvio. Tav. 4 Fig. 12—Finalmente invece delle lave incontrasi nel fondo de' crateri lo zolfo in ebollizione, come nel vulcano Azufral al Nord di Quito, a Taal ec. ec.

Vulcani estinti — I Vulcani non sono sempre in attività, e non solamente hanno delle interruzioni più o men lunghe, siccome abbiamo cennato, ma s' incontrano quelli che a memoria di uomo non han dato luogo mai ad eruzione alcuna, ovvero a scolo di lave fuse; questi vulcani

per lo appunto chiamansi *estinti*, mentre per i loro caratteri geognostici, e geografici rassomigliano perfettamente al vulcani in attività. Così la vicina Solfatara di Pozzuoli, vasto cratere di sollevamento, non offre se non uno svolgimento continuato ed abbandonante di gas solforoso, e di vapore acquoso per dentro a fissure ordinariamente chiamate *fumajuoli*; e siccome questo cratere dalla più remoto antichità non ha presentato altro che quei fenomeni che attualmente offre, quindi giustamente si tiene per un vulcano estinto — Le nostre vicine contrade della Campania offrono sparsi quà e là innumerevoli crateri, i quali addimostrano essere stati questi luoghi campi di grandi sconvolgimenti vulcanici, e di questi alcuni sono visibilissimi, altri sono stati siffattamente modificati dal tempo, da non poterli riconoscere facilmente. Sieno di esempio i crateri di Campana, Astroni, Cigliano di cui l'egregio Professore Scacchi ultimamente rilevò i disegni, i quali furono pubblicati negli Atti del VII Congresso scentifico Italiano.

Ordinariamente il fondo dei crateri de'vulcani estinti viene occupato dalle acque, dando così luogo a laghi più o meno profondi, di cui le acque sono cariche di principî salini, di acido solforoso, e solforico allo stato libero. Alle volte in essi è tale lo svolgimento del gas acido carbonico, e del gas idrogeno solforato in talune circostanze straordinarie da commuovere grandemente la massa istessa delle acque. Un esempio splendidissimo di tal fenomeno l'abbiamo nel nostro regno, nei laghi dell'antico cratere del Vulture in Basilicata, che venne da me descritto, occupandomi della geologia di quell'estinto vulcano. Nei mentovati laghi succede talvolta che questi gas irrespirabili distruggono ad un tratto tutti i viventi allogati nelle loro acque.

Principali vulcani in attività, e loro disposizioni — Il Signor De-Buch divide i vulcani in *allineati* e *centrali*: i primi sono disposti in linea retta seguendosi ad interval-

li gli uni con gli altri; i secondi costituiscono il punto centrale di molte bocche di eruzione sparse all' intorno con certa simmetria. Riguardo poi alla distribuzione di essi alla superficie della terra, troviamo, che i vulcani di America sono i più rimarchevoli atteso la loro altezza e la forza di eruzione. Di questi alcuni si estendono per le sommità delle Cordigliere nella direzione del continente, mentre altri nel Messico l'attraversano dall'est all'ovest. In Europa sono notevoli l'Etna, il Vesuvio, Stromboli, l'Ecla. In Affrica i vulcani dell'isole Canarie e dell'Isola Borbone — In Asia quelli Kamtschatka e delle isole della Sonda. Nell'Oceania sono parimenti abbondantissimi. In breve può dirsi, giusta i più recenti rapporti, che si numerano 205 vulcani bruciantì, de' quali 107 si trovano nelle isole, e 98 ne' continenti — Il numero dei vulcani estinti occupa una cifra maggiore, e non sono stati esattamente numerati.

Cause de' vulcani — I maravigliosi fenomeni fin qui descritti han dovuto certamente richiamare l'attenzione dei filosofi, e de' naturalisti di tutti i tempi per trovare una cagione almeno probabile che spiegar li potesse; che perciò varie opinioni ed ipotesi son venute in tempi diversi per soddisfare alla curiosità ed al bisogno della scienza; però senza andar per le lunghe, esponendo tutta la serie storica degli umani vaneggiamenti, diremo le principali idee su questo importante argomento.

Alcuni, dalla rassomiglianza di certi fenomeni vulcanici con ciò chè avviene ne' forni di fusione, e dallo spontaneo bruciamento di alcune miniere di carbon fossile, ne hanno attribuito l'origine alla combustione degli strati carboniferi allogati sotto la superficie della terra. Attualmente però, che migliori cognizioni abbiamo sul fatto della combustione, non ci vuol troppo per conoscere la fallacia di questa ipotesi; mentre l'infiammamento delle materie combustibili non può effettuarsi senza l'intervento dell'aria atmosferica. La spiegazion chimica de' vulcani l'è

parimenti incompiuta ed imperfetta, dappoichè poggiata sulla opinione che negli strati profondi della terra vi abbiano ad essere metalli nativi, i quali messi a contatto con l'acqua, per la pronta loro ossidazione, ne avverrebbe un grandissimo svolgimento di calorico, che aggiunto alla produzione dell'idrogeno, sarebbero essi per sè soli bastevoli a fondere e sollevare i terreni che incontransi a contatto. Ciascuno comprende quanto vi è di arbitrario in siffatta opinione. Che però rigettando tali ipotesi perchè insufficienti alla spiegazione degli esposti fatti, riteniamo con i moderni Geologi quella che rattacca questi fenomeni all'idea fondamentale che ci abbiam formato dell'interno della terra, ove esiste ancora la materia ignea, siccome abbiam manifestato fin dacchè si è data la definizione dei vulcani: — Che se mai si cerca altresì conoscere per quali ragioni si producono le eruzioni; questa seconda parte della quistione è interessante per quanto è piena di difficoltà. Alcuni pensano con Cordièr, che la causa che produce l'ascensione e la fuoriuscita delle materie liquide e solide rigettate dai vulcani sia in ciò riposta, che essendo la scorza solida del globo estremamente sottile riguardo alla parte fusa, e questa siccome gradatamente và raffreddandosi atteso la dispersione del calorico che si fa per irraggiamento nello spazio, il fenomeno dei vulcani diviene allora un effetto puramente termometrico. Dappoichè è ben naturale, che raffreddandosi l'esterior crosta del globo si restringe, e per conseguenza preme la materia fusa interiore, la quale sottoposta ad una pressione crescente sospinge i materiali ignei ad attraversare i condotti vulcanici, e venire all'esterno, costituendo in tal maniera le eruzioni vulcaniche, le lave, e gli altri fatti di sopra descritti. Non bisogna tacere che molte obiezioni sono state fatte a questa ingegnosa spiegazione, e fra le tante quella che la terra abbia di già raggiunto il massimo di contrazione termometrica de'suoi materiali, e quindi della sua crosta: che perciò un forte campione delle scienze geologiche, Elia de Beumont,

con altri geologi hanno sostenuto piuttosto l'origine Meccanica della produzione, ed innalzamento delle materie fuse dei vulcani, stimando le cagionati dal grando svolgimento e della pressione de'principi aeriformi che si formano sotto la croste terrestre; tanto più che le lave istesse venute alla superficie della terra raffreddandosi, tuttavia ne svolgono— Senza partecipare espressamente nè per l'una nè per l'altra di queste *dotte ipotesi* le riterremo entrambe, finchè col progresso delle scienze se ne darà una spiegazione più ragionevole del fenomeno, che completamente distrugga tutte le dubbiezze: ciò avverrà quando gl'*imponderabili* che costituiscono le arcane forze della natura meglio saranno applicati nella produzione de'fatti dell'universo.

CAPITOLO IV.

DEI VULCANI DI FANGO, D'ACQUA, DI ARIE, DELLE SALSE, ED ALTRI FENOMENI DI SIMIGLIANTE NATURA.

I fenomeni che imprendiamo a studiare sotto i nomi di *Salse, di mofete, di vulcani di acqua e di arie* ec. possonsi considerare come accessori a quelli precedentemente studiati sotto il nome generico di *fenomeni vulcanici*— Con brevità di ciascuno separatamente discorriamo.

Salse — In alcuni luoghi, ordinariamente lontani da' vulcani, attraverso di crepacci vengono fuori mescolate ai gas molte sostanze fangose che spesso sono lanciate ad intervalli, alla maniera delle eruzioni vulcaniche, sebbene ciò abbia luogo con meno di energia: un tal fenomeno si appella *salsa*. Un esempio di questo fenomeno, in dove presentasi molto pronunziato si ho in Turbaco nelle vicinanze di Cartagine nella nuova Granata, descritto dal signor Humboldt. Egli noverò più che venti piccoli coni sopra una

Digitized by Google

breve estensione i quali avevano l'altezza di 7 o 8 metri. — Questi erano formati da una marna argillosa grigionerastra, e tenevano alla loro sommità un'apertura per la quale venivano fuori in gran copia sostanze fangose mescolate a gas. Il versante settentrionale degli Appennini offre molti esempii di tal fatta, ed uno de' più rimarchevoli è la *salsa* di Salsuolo nel Modanese, descritta prima dallo Spallanzani, ed ultimamente dal Brignoli.

Vulcani di aria, e di acqua — I fenomeni di che imprendiamo a discorrere sono simili agli antecedenti, e solamente diversificano tra di loro in ciò, che i primi emettono fuori quantità copiosissime di gas e di vapori, ed i secondi di acqua. Tali svolgimenti di gas e di vapori spesso si manifestano in un modo energico, sotto forma di colonne bianche dell'altezza di 10 o 20 metri, e con un rumore, come se venissero da una valvola di macchina a vapore; ciocchè indica lo stato di enorme pressione che soffrono nel seno della terra ove sono generati. Queste esalazioni gassose accompagnano generalmente i fenomeni vulcanici, mentre in quelle località incontransi copiosissime sorgenti sotto il nome di fumaiuoli. In rapporto poi alla natura costituente del gas, le stesse emanazioni prendono differenti nomi; appellandosi *mofeta* quella fatta da gas acido carbonico: tal è quella della *grotta del cane* in sui margini del lago di Agnano. Se poi i gas che si svolgono son formati da gas idrogeno carbonato danno luogo alle *fontane ardenti*, dappoichè accade talvolta che il gas il quale viene dalla terra spontaneamente, per cagioni accidentali meteoriche suolsi infiammare, e continua a bruciare con fiamma di colore blu: Sono memorabili le fontane ardenti di Pietramala in Toscana, e quelle del tempio de' Guebri nelle vicinanze di Backu sulle spiagge del mar Caspio, ove quel fuoco naturale s'impiega per cuocere le vivande, e per altri usi d'industria.

Vulcani di acqua o fontane zampillanti — Le fontane zampillanti meritano una breve attenzione per la me-

Digitized by Google

raviglia che destano nell' osservatore. Vi sono alcuni luoghi ne' quali da piccoli monticelli di terra variamente colorati, vengon fuori sorgenti di acqua calda impregnata di principj salini, e principalmente di Silice. Ricorderemo qui come per esempio la famosa sorgente di Geyser in Islanda. Il Geyser, rappresentato nella Tav.4.Fig.13.ha eruzioni quasi periodiche: esse vengon fuori da un'ampio bacino che ha la profondità di circa 23 metri, ed il diametro di 60. Dapprima si avverte uno spaventevole rumore sotterraneo, e tosto per le molte aperture del bacino veggonsi uscire enormi colonne di acqua di cui alcune hanno il diametro di 18 piedi, e che si spingono fino all'altezza di 100 metri al di sopra del suolo, trasportando corpi gravi e finanche de' ciottoli di gran volume. La temperatura di queste acque è di 82. Talvolta le eruzioni scarseggiano in un giorno, ed altre fiate se ne han molte in un minuto. Le acque di queste sorgenti ritengono la silice in dissoluzione, la quale poi si deposita al di fuori allo stato d' idrato sopra tutti i corpi circostanti, originando a tal modo de'monticelli estesi, in mezzo de' quali surgono le istesse acque.

L'origine in generale di questi fenomeni può rattaccarsi alla stessa cagione che produce le eruzioni de'vulcani; dappoichè ammettendosi che queste eruzioni siano cagionate da' gas che si formono sotto la crosta esteriore del globo, facilmente si comprende, che se i fori per i quali essi hanno un libero passaggio si ostruiscono, vengono a tal modo ad accumularsi, fintantochè la loro forza espansiva non vinca gli ostacoli che si oppongono al loro libero passaggio, e ciò avverandosi, ottengonsi tutti i fenomeni testè descritti.

Digitized by Google

CAPITOLO V.

AZIONE DEGLI AGENTI ESTERIORI SULLA CROSTA TERRESTRE.

Dopo avere esaminato i grandi fenomeni che tramutano solennemente la crosta terrestre per le intime loro azioni, imprendiamo ora a discorrere degli agenti esterni della terra che portano un'azione molto più limitata nel tramutarne la superficie. La natura di questi agenti è tale, che continuamente operando sul nostro pianeta, giungono per ultimo dopo un più o meno lungo volgere di tempo a modificare i solidi costituenti le rocce. Riguardo poi alla maniera del loro operare, pare che possano ridursi queste azioni a tre capi principalmente, secondo i modi cioè e l'energia co'quali agiscono; cosicchè alcune operano *meccanicamente*, altre *chimicamente*, e laddove gli stessi imponderabili esercitano il loro potere, danno luogo agli effetti *meteorici*. Discorriamo di ciascun'azione separatamente.

Azioni meccaniche. Venti.—In quelle contrade nelle quali il suolo è ricoperto di sabbie e raramente vi piove, i venti esercitano per loro stessi un'azione potentissima con cui quelle località vengono modificate, e con esse la superficie della terra. In vero, i venti, che antecedentemente abbiamo studiati come capaci di trasportare le ceneri vulcaniche a grandi distanze nelle eruzioni dei vulcani, esercitando la loro azione sulle sabbie fine e mobili di certe contrade che ne sono ricoperte, imprimono loro un movimento violento e le trasportano e depositano in luoghi lontani. Così ne'deserti dell'Affrica e dell'Arabia i venti sollevano nembi immensi di sabbie scottanti, le trasportano dall'una al-

Digitized by Google

l'altra estremità, e vi determinano subitamente vaste colline, in alcuni casi molto elevate, che per lo sbruffo di nuovi venti si distruggono a lor posta. Le coste sabbiose dei mari sono ancora esposte ad effetti analoghi; il menomo colpo di vento mette in movimento le sabbie, ed imprime a quella superficie che per lo innanzi era piana, una specie di ondulamento. Da ciò risulta, che quelle prominenze parallele separate l'una dall'altra da intervalli più o meno larghi, offrono ciascuna un dolce declivio in senso della corrente del vento, ed un declivio più ripido dalla parte opposta, siccome è ben naturale. Questo fenomeno così descritto, dà origine alle *dune*, cioè a diverse colline allogate le une dietro le altre la cui direzione segue quella de' venti predominanti, e che sono spesso cagioni in certe regioni di seppellimento d'intiere città. Le contrade di Oriente somministrano infatti esempi di grandi seppellimenti cagionati dal movimento delle sabbie, incontrandosi de' monumenti storici a grandi profondità al di sotto dell'attuale suolo, siccome gli ultimi scavi ordinati da' Francesi presso Corsabad chiaramente hanno dimostrato, scovrendo in tal modo le fondamenta dell'antica città di Ninive, sotto la direzione dell'illustre Emilio Botta spedito in quella provincia nella qualità di Console.

Effetti delle acque—Le acque tengono una importante azione nei cangiamenti che si effettuano alla superficie del globo, dappoicchè essendo esse mobilissime e trovandosi in continuo contatto con le parti solide della terra, variamente le modificano, sia per i movimenti da' quali possono essere animate, sia per la forza di trasporto che risulta dalla loro violenza di moto, non che per l'azione diluente e solvente che più o meno esercitano; delle quali modificazioni bisogna ora conoscere l'importanza.

Innanzi tutto fa uopo studiare l'azione più semplice che esercita l'acqua filtrando negli strati più superficiali ed argillosi del globo; donde seguita che le rammollisce fino al

Digitized by Google

segno in cui le masse non possono più sostenersi con quella inclinazione che prima avevano goduto, e scrollano quindi sotto al proprio loro peso. Questo fenomeno cagiona appunto un gran numero di sfranamenti ne'terreni di sedimento.—Fra le catastrofi più rimarchevoli che potessero rammentarsi in questo genere, va noverata quella che avvenne nel 1806 a Rosberg in Svizzera. Dopo una stagione molto piovosa le materie argillose che servivano di cemento ai ciottoli rotolati per i quali la montagna era formata, si trovarono disciolte; fu perciò che si separò tutto ad un tratto una massa di più di 50 milioni di metri cubici che precipitò nella valle, e vi formò delle colline di 60 metri di altezza, seppellendo con sì orribile modo molti villaggi sotto gli enormi ammassi di fango e di ciottoli. Con circostanze analoghe fu distrutta nel 1843 una porzione di Gragnano nella provincia di Napoli. Questo fenomeno succede poi sovente sopra una piccola scala, vedendosi bene spesso degli strati possenti di roccie sdrucciolare lentamente nel fondo delle valli sopra strati di materie argillose disciolte che le sopportavano, e trasportare tranquillamente le piantagioni, le abitazioni istesse che le ricoprivano, senza che i proprietarî se ne avvedessero al primo istante. Inoltre le acque agendo per la propria gravità come tutti gli altri corpi posti sulla superficie della terra, debbono effettuare altri sfranamenti, agendo in modo differente da quello che abbiam detto, dappoicchè è ben chiaro che esercitando una spinta nelle pareti laterali de'grandi serbatoi ove si contengono, per le note leggi d'idrostatica, in tal maniera esercitano un'azione potente sulle dighe che le ritengono. In effetti si è osservato che in diverse contrade dove la situazione de'fiumi, de'laghi, e dei mari è tale da esser ritenuti per vie naturali o artificiali sopra un suolo basso, col rompimento di esse ne è venuto un allagamento. Parimenti in seguito di sfranamenti alcune valli trovandosi chiuse da'materiali che cadono nel fondo, le acque vengono a racco-

gliersi in laghi per mancanza del loro consueto corso, e per il loro solo peso, e per la spinta che esercitano, sospingono innanzi gli ostacoli che si opponevano al loro libero passaggio, cagionando a tal modo orribili trasporti e sfranamenti di terre. Il qual fenomeno non ha guari ebbe luogo nel fiume tra Albano e Campomaggiore in Basilicata. L'effetto di questa spinta delle acque e l'estrema velocità e forza che sogliono ritenere è cagione del più orribili mutamenti per effetto della enorme massa di acqua che può scolare in un momento. In fatti, tosto che si comincia a formare uno scolo per qualche fissura, questa si aumenta, ed in un tempo brevissimo tutta la diga o divisorio è trasportato dall'impeto delle acque, e siccome se ne precipita un enorme volume con una violenza estrema, niente può resistere all'azione combinata della massa e della velocità di esse. — Tutto è rovesciato e sconvolto in quel passaggio, e le rocce ed i massi più solidi non resistono all'impeto dell'acqua nella direzione della corrente.

Bisogna altresì riflettere che le acque correnti cagionano effetti tanto più disastrosi per quanto il piano sul quale muovonsi è di più inclinato; però non bisogna credere che sia necessario che il loro letto abbia ad avere una inclinazione considerevole per produrre i mentovati effetti.

Trasporti cagionati dalle acque — Nei trasporti che producono le acque correnti i rottami che si trovano distaccati dalle montagne sono portati più o men lontano, secondo che la inclinazione del suolo permette alla forza della corrente conservarsi per distanze considerevoli; ma a misura che il declivio diminuisce, la forza decresce successivamente ancora, ed i più grandi ammassi restano indietro nel fondo della valle, dipoi si depositano quelli di minore dimensione, e così di seguito per fino alle sabbie ed al limo, che sono sovente trasportati ad immensa distanza. È ben naturale il comprendere che in questo rivolgimento di differenti materiali gli ammassi ed i frammenti urtandosi

nel loro cammino si percuotono gli uni sugli altri e si strofinano contro le pareti del terreno, perdono in questo modo successivamente i loro spigoli ed i loro angoli, e finiscono con essere completamente arrotonditi, formando ciò che appellansi *ciottoli rotolati*. Tutta la parte inferiore dei torrenti ove il terreno si appiana sufficientemente, dove la valle si allarga trovasi generalmente coverto di questi ciottoli, i quali si accumulano in una quantità speciosa, ed attraverso di cui i fiumi scorrono.

Azioni dei marosi sulle rocce. — Inoltre se le acque che bagnano continuamente il piede delle montagne possono disciogliere e disgregarne gli strati inferiori e produrre lo sfranamento delle parti che mettono fuori centro di gravità, è ben naturale che le acque del mare continuamente agitate e sospinte da una forza estrema sui continenti debbano esercitare un' azione prodigiosa sulle coste. In fatti flutti godono di un' enorme potenza, ed in quei luoghi soprattutto ove le rocce si trovano immediatamente esposte ai marosi di un mare tempestoso. L' urto è tale alle volte, che la terra trema sotto i piedi, gli argini più solidi non possono resistere, e gli ammassi enormi di pietre sono strappati e portati lungi dalle terre, rotolandosi come ciottoli leggieri; oltre a ciò succede talvolta che banchi di sabbia e di ghiaja sono sovente sgombrati, e contrade intiere si trovano in un istante distrutte. Le istorie e le tradizioni delle contrade marittime ci offrono numerosi esempl di cangiamenti, di disastri istantanei che hanno avuto luogo in molte regioni. Così abbiamo degli esempl famosi dalle bocche de l' Escaut fino al canale Iutland in dove si sono operati innumerevoli cangiamenti, e si è veduto produrre il mare di Harlem ed il Bies Bosch. Oltre a ciò immensi tagli, Anse, e Golfi si son fatti a diverse riprese in tempo di tempeste. I quali fatti avvengono non solo sui terreni mobili, ma ancora sulle rocce le più solide; che anzi, più la costa è perpendicolare, sul livello del mare, più è esposta agli sfacimenti cagionati dai

marosi : e la ragione è chiara dal perchè si rompono immediatamente , e l'urto si avvera con tutta la sua forza , mentre sulle coste piane i flutti correndo senza ostacoli si avanzano per quanto la loro forza li permette, finchè perduta tutta la loro energia , insensibilmente ritornano trasportando con loro le sabbie ed i ciottoli rotolati. Nel primo caso, quando cioè i terreni presentano i loro tagli verticali all' azione delle acque , le parti inferiori continuamente attaccate dagli urti reiterati de' flutti si distruggono, e s' incavano successivamente , e ciò tanto più volentieri per quanto i materiali sono più facili a disgregarsi , e gli strati superiori i quali si trovano bentosto senza sostegno non tardano a scrollare e a precipitarsi nel mare. Tav. 5. Fig. 14. Questi fenomeni hanno luogo maggiormente dove il mare s' incanala negli stretti fra due coste opposte , determinandosi una forte corrente, come osservasi nel faro di Messina , nella Manica tra la Francia e l' Inghilterra , ec.

A queste istesse azioni dei marosi sopra alcuni terreni argillosi e facilmente disfragibili bisogna attribuire ancora i rompimenti e spesso il separamento di certi istimi e promontori, i quali esposti all'urto continuato dei marosi, ed alle azioni dei terremoti si separano e danno così passaggio al mare, mentre da quelle rocce tagliate ne risultano scogli e svariati massi i quali osservansi in numero e comunemente nei mari del Nord, sulle coste d'Inghilterra, e quasi in tutti i mari polari.

Trasporto che si fa dai ghiacci — Per fare completo lo studio delle azioni meccaniche che esercitano le acque bisogna aggiungere, che se i ciottoli ed i massi più o men considerevoli possono essere rotolati a distanze sovente grandissime dal loro posto originario per opera delle acque correnti , questo trasporto può essere cagionato ancora per altri modi. Ed in vero, tutti i viaggiatori i quali hanno visitato le regioni glaciali da'mari del nord han veduto sulle spiagge considerevoli massi di rocce inviluppati di ghiacci

i quali nel tempo della liquefazione dei mari vanno nuotando alla loro superficie per tutte le direzioni, e nel discioglimento poi del loro inviluppo si depositano in fondo alle acque. Di questo fenomeno se ne hanno esempi nel Canadà, sulle coste della Nuova Zembla ed altrove; e s'impiega dai Geologi per dare spiegazione di alcuni casi ove incontransi massi depositati sopra terreni costituiti da altri elementi dai quali vien formato quello accidentale. Questi stessi fatti, e con modi simili si ripetono dalle ghiacciaie nel trasporto che fanno di alcune porzioni delle rocce dai luoghi elevati ne'luoghi bassi.

Deposito formato dalle acque correnti. — Abbiamo considerato fin qui le acque siccome agenti di distruzione: ora vedremo che per questo loro modo di operare necessariamente danno luogo a novelle formazioni di terreni, nulla distruggendosi in natura. I torrenti infatti dopo avere svelti e diroccati degli ammassi, dei frammenti di ogni specie, dopo averli ridotti in ciottoli rotolati, trasportandoli a distanze considerevoli, finiscono sempre con depositarli a misura che la forza delle acque va a finire. Da ciò risultano quei depositi estesissimi di *sedimento*, in cui le parti grossolane trovansi legate dal limo che si deposita nello stesso tempo. Per un tale processo i fiumi han ricoperto di sabbia i paesi pisui che percorrono, sopra una estensione considerevole, e nei bassi fondi queste sabbie sono sovente rassettate formando qua e là ammassi più o meno grandi le quali costituiscono alle volte delle isole in mezzo ai fiumi. Ma è soprattutto alla loro imboccatura nei laghi ovvero ne' mari che questi depositi addivvengono più rimarchevoli. Ivi appunto se la corrente non è molto rapida da portar via gli avanzi in luoghi lontani, ed i marosi non hanno molta forza per disperdere le sabbie ed il limo che giornalmente sono apportati, si fanno de'depositi di alluvione, che portano nome di *Delta*, atteso la loro forma triangolare.

In tal maniera si sono formati i *Delti* del Reno, del

Rhogano, del Nilo, del Mississipì, e sopratutto del Gange, in fondo al Golfo di Bengala, nella quale località le alluvioni sono enormi. Questi delti si accrescono giornalmente nelle piene che provano i fiumi, e subiscono col tempo trasformazioni notevoli e nella loro forma e nel loro contorno. Fa uopo però notare che questi stessi depositi possono esser formati non solo dai fiumi, ma dalle acque istesse del mare le quali rigettano sui continenti grandi masse di ghiaje, provvenienti dalla corrusione delle rocce cadute dalle spiagge, ovvero dalle masse di sabbia e di limo prodotti dai marosi o trasportate dai fiumi. Da ciò risulta che i seni dei mari, gli stessi porti vengono ricolmati, e che le città situate altre volte sulle rive se ne trovano allontanate, mentre poi alcune isole si congiungono ai vicini continenti per lo accrescimento delle terre che continuamente si opera. Bisogna però avvertire che i materiali trasportati dai torrenti, e dai fiumi sono costituiti non solo da materiali inorganici distaccati dalle terre, ma ancora da grandi quantità di avanzi organici, e sopratutto da immensa copia di vegetabili, che gli sfranamenti, e gli scoscendimenti han trasportato. In tal modo si formano qua e là degli ammassi considerevoli da questi materiali, e sopratutto nei grandi fiumi i quali percorrono le contrade dove la mano dell'uomo non ancora ha distrutto le immense foreste che cuoprono le vicine montagne. Sia di esempio il gran deposito di tali avanzi nel fiume Mississipì, il più esteso de i fiumi della terra. Questi depositi, come ben si comprende, si fanno nello stesso modo tanto nel fondo de' mari, come nei laghi; con la differenza che i materiali si depositano in questi ultimi con maggior simmetria.

Azione dissolvente e chimica delle acque— Le acque esercitano ancora chimiche azioni sopra alcune sostanze che esse possono disciogliere, sia immediatamente, sia per mezzo dell'acido carbonico che spesso tengono in dissoluzione. In tal modo agiscono sopra alcuni sali, in verità poco abbon-

danti, ma che però trasportano da un posto in un altro, e sopra alcuni depositi di solfati di calce che corrodono in diverse maniere. Tra i fenomeni chimici bisogna ancora notare quelli che han dato origine alle rocce coerenti dei terreni di alluvione, e che costituiscono una specie d'intermedio con i fenomeni meccanici. La formazione di queste rocce essendo stata in primo luogo preparata per divisione, e dal trasporto delle rocce preesistenti, di poi l'agglomeramento de'frammenti che le compongono è stato un risultato di una dissoluzione operata per cagioni chimiche, il quale agglomeramento se si fa da un cemento ferruginoso, l'aspetto del terreno che risulta è di colorito rossastro. Oltre a ciò, le concrezioni calcaree in generale, che sono molto comuni, si debbono alla stessa origine, cioè al deposito del carbonato calcico che si trova in soluzione nelle acque per l'eccesso di acido carbonico, il quale esalandosi alla temperatura e pressione ordinaria dell'atmosfera, lo deposita, originando il *terreno tufaceo*. Così presso di Tivoli si osservano alcuni piccoli laghi in mezzo ad un piano, i quali sembrano essere il ripianamento di uno più grande, ricolmo per il deposito della calcarea concrezionata.

Fa mestieri notare tra le forme che suol prendere il deposito delle acque sature di carbonato calcico alcuni maravigliosi prodotti, dai Naturalisti appellati *Stallattiti* e *Stallagmiti*. Questi prodotti i quali ornano con modi brillanti le cavità sotterranee hanno richiamato l'attenzione degli osservatori, soprattutto riguardo la loro origine. Facilmente però si può concepire la loro genesi se si riflette, che le acque filtrandosi attraverso dei terreni sotto quali s'incontra un vuoto, nel cadere che fanno costituiscono dei piccoli coni formati per l'aggregazione delle molecole suscettibili di solidificarsi, sia per evaporamento, che per altre circostanze di pressione. In seguito per le continuate soprapposizioni delle molecole omogenee, i coni piccoli da principio si allungano e s'ingrandiscono continuamente. Inoltre le acque le quali ca-

dono per l'estremità inferiore delle *Stallattiti*, depositando sul suolo la stessa materia solida danno origine alle *Stallagmiti*, le quali hanno per simile processo un accrescimento in senso opposto: e quanto arriva il punto in cui le *Stallattiti* e le *Stallagmiti* si riuniscono, dalla loro unione risultano alcune colonne irregolari le quali con gran maraviglia e bizzarramente ornano le caverne sotterranee. Non bisogna tacere che le acque oltre a' principii testè mentovati, che depositano in varie circostanze, possono altresì esser sature di una certa quantità di Silice, che depositandosi, origina a tal modo de' tofi calcari più o meno siliciosi; ed in altri casi tenendo in soluzione la sola silice idrata la depongono sotto diverse forme. Sia di esempio il terreno formato dalle acque dei Geysser, da noi mentovato tav. 4 fig. 12.

Struttura dei depositi di sedimento—Tutti i depositi che si formano dalle acque sia de'fiumi, che de' laghi e de'mari generalmente hanno una disposizione più o meno orizzontale ed a strati soprapposti gli uni sugli altri, diversificando solo tra di loro nella disposizione de'materiali depositati; la quale disposizione è molto più regolare ne' depositi delle acque stagnanti che in quelle correnti, oltre a ciò questi ultimi si trovano inclinati sotto certi gradi più o meno, secondo la direzione istessa delle acque correnti. Nei laghi disseccati facilmente osservasi l'alternativa disposizione degli strati perfettamente orizzontali, come tutto giorno e da ognuno può notarsi. Si è dato nome di *stratificazione* a questa disposizione delle materie sospese nelle acque depositate letto sopra letto sul fondo de' fiumi, de' mari: e gli stessi depositi sono stati detti *stratificati*. Da ciò rilevansi i caratteri di distinzione tra i terreni formati per la via delle acque e di quelli prodotti per la fusione ignea del nostro pianeta, che trovansi non stratificati ed irregolarmente distribuiti.

Fossili dei depositi di alluvione di acque dolci — Nei depositi di alluvione, formati da ciottoli rotolati, da sabbie e limo consolidati per le acque cariche di carbonato di

calce vi s'incontrano frequentemente gli avanzi di tutti gli esseri organici che vivono attualmente alla superficie del globo. Invero nei depositi di alluvione de' fiumi si trovano gli avanzi delle conchiglie fluviatili che ancora vivono negli stessi luoghi, non che le conchiglie terrestri, e diverse altre limacce che appartengono al genere *elice*, le quali vengono trasportate da'ruscelli. Tav. 5, fig. 17. A *Paludina vivipera*. B. *Planorbis corneus*. C. *Limnea Stagnalis*. Vi s'incontrano del pari dei rami e tronchi di alberi disseminati, ammassi di vegetabili più o meno alterati, le ossa e gli scheletri degli animali terrestri o aquatici, e più di raro le ossa umane, ma più sovente gli avanzi delle sue industrie, come i frammenti di vasellame, mattoni, ec. Le stesse circostanze offrono i depositi formati dal mare, e solo ne diversificano, dal perchè contengono gli avanzi marini di ogni specie, alle volte isolatamente, ma più volentieri mescolati a quelli fluviatili e terrestri trasportati da' fiumi. In essi son frequenti gli avanzi della industria umana, come ancore, navi, remi ec: e l'uomo istesso vi rimane le proprie spoglie, siccome si è osservato nella Guadalupa, ove le ossa s'incontrano nella sabbia consolidata del tofo calcareo, mescolate agli avanzi della industria nascente. Nei *delti* che si formano in parte per le acque dolci, ed in parte pei mari, vi si nota un'alternativa di strati, gli uni riempiti da fossili marini gli altri d'avanzi di acqua dolce, ma in generale, e in tutte le circostanze trovansi insiemamente mescolati e confusi. Nei depositi formati ne' fondi de' laghi s' incontrano parimenti avanzi numerosi di conchiglie fluviatili simili a quelle che esistono oggigiorno negli stessi luoghi, le conchiglie trasportate per i ruscelli, dei pesci, o in rari casi dei mammiferi, e delle piante diverse, che lasciano le loro impronte sulla calce carbonata, siccome si osserva nei laghi di Bachia, e Kynnordì in Iscozia, e nel lago Huron negli Stati Uniti di America.

Fossili dei depositi marini—Similmente i depositi for-

mati nei mari ritengono gli avanzi di animali che giornalmente vi periscono, e de' quali le spoglie solide non possono essere trasportate altrove. Infatti questi depositi si trovano formati d'avanzi di diverse conchiglie, da Madrepore, da Echini, e da una immensa quantità di conchiglie microscopiche chiamate Foraminifere, a motivo de' numerosi piccoli buchi; non che dagli infusorii che compongono quasi solo per loro stessi il fango che riempe i nostri porti. Travansi parimenti in fondo ai mari grandi ammassi di vegetabili in processo di decomposizione, e specialmente ne' mari del Nord, come intorno all'isola Ferroe, all'Islanda, ed allo Sbizberg che vengon trasportate dalle correnti delle acque. Oltre a ciò i depositi marittimi ritengono numerosi scheletri di pesci, di cetacei che terminano ivi la loro vita; e siccome i fiumi trasportano giornalmente le spoglie de' mammiferi terrestri, le cui ossa vanno a depositarsi in qualche luogo, avviene lo stesso dei pesci di acqua dolce i quali sono trasportati dalle correnti de' fiumi ne' mari nelle grandi inondazioni rimanendo ivi le loro spoglie, che però non deve recar meraviglia se in alcuni casi i depositi marini contengono gli scheletri da pesci fluviatili.

AZIONI METEORICHE — Questi agenti esteriori della terra agiscono con più o meno di forza nel tramutare la sua superficie; e sebbene non portano le loro azioni sopra grandi masse, come i fenomeni precedentemente studiati, i quali estendono l'energico loro operare su tutta la crosta terrestre, tramutando la forma e l'estensione istessa delle terre; nulladdimeno questi agenti operando di continuo giungono per ultimo risultamento a produrre grandi effetti, per la nota legge, che le azioni quando sono continue e persistenti producono i più grandi risultamenti. In vero le variazioni di caldo e freddo, i venti, l'umido ed il secco, l'elettricismo, e via discorrendo, trovandosi in continue azioni sulla superficie della terra finiscono di produrre delle sensibili modificazioni sui massi solidi del nostro pianeta, nè vi è roccia alla sua superficie che

non ne presenta de'segni al suo esteriore, offerendo uno stato di aggregazione diversa da ciò che per la spezzatura può presentare all'interno. Il qual fatto vien provato ogni qualvolta per accidentali cagioni siam costretti a tagliare delle rocce in luoghi montuosi, ove manifestamente osservasi che la parte esteriore si offre scolorita e disfatta più o meno profondamente secondo la natura de'suoi componenti, mentre la parte interna di recente messa in vista conserva i suoi coloriti, uno stato più compatto, ed altra maniera di aggregazion molecolare. Ciò è sufficiente per conoscere l'energica azione che dopo tempo esercitano gli agenti esteriori sulla terra. Oltre a ciò gli effetti sono semprepiù sensibili per quanto i materiali constituenti le rocce sono suscettibili d'imbeversi di umido, e di dare per le fenditure libero passaggio alle acque piovane, e di restituirsi per l'evaporamento alla loro secchezza. Volentieri si comprende che per tali alternative un pronto disgregamento ne succede, ed i materiali disgregati sotto forma granulare e terrosa si accumulano per le cavità esterne delle rocce. Quando poi esse offrono una struttura laminare, fenduta per tutti versi, penetrandovi l'acqua a dimora, e per lo abbassamento di temperatura che succede nella stagione invernale si congela, ed in tal passaggio dallo stato liquido allo stato solido, il diaccio divien cagione di distruzione operando meccanicamente come un cuneo frapposto ad ostacoli resistenti, dal che risulta una moltitudine di fissure le quali osservansi per tutto l'esteriore delle rocce. Ripetendosi di continuo un tal fenomeno lo sfacimento delle montagne viene di conseguenza, e percorrendo i paesi montuosi, trovansi le tracce evidenti di essi a piè de' monti—Tav. 5. fig. 15. Questi effetti però sono più o meno notevoli secondo la disposizione delle rocce, di talchè quelle stratificate resistono maggiormente alle azioni meteoriche, mentre le altre montagne formate ordinariamente da strati inclinati, e che presentano i loro fianchi al declivio e che offrono angoli acuti e sporgenti, si disfanno maggiormente, distaccandosene gior-

Digitized by Google

nalmente delle masse enormi, e soprattutto in tempo di grandi variazioni atmosferiche, le quali rotolando per il declivio distruggono ciò che trovano innanzi per il loro urto meccanico. Per un tal processo si distaccano dalle montagne masse voluminose e porzioni considerevoli, le quali si accumulano al piede di esse, correndo in certe circostanze grandi estensioni. A queste azioni meteoriche bisogna attribuire lo effetto degli sfacimenti dei graniti i quali fan sì che tutta la superficie de' terreni sottoposti non presenta che uno ammasso di polvere e di sabbia arrotondita, che le acque delle piogge trasportano per tutti i versi; e per ultimo la corrusione degli stessi monumenti storici, attribuendosene la distruzione di essi nel linguaggio poetico alla falce distruggitrice del tempo.

Effetti del fulmine sui terreni — A queste azioni meteoriche, per farne completo il loro studio, bisogna ridurre le azioni del fulmine, i cui effetti sono sensibili sulla superficie della terra atteso la intensione con la quale opera. In effetti i terribili scoppi del fulmine sulle vette delle alte montagne, lasciano sensibili tracce di fusione. Il Soussurre ne ha osservate sulla cima del monte Bianco nell' anfibolo scistoso: il Ramont, sul picco del mezzogiorno, nello scisto micaceo: presso la cima del monte Perduto in un calcareo fetido, e nel Puy-De-Dome in una specie di porfido che ne costituisce la roccia. I Signori Umboldt, e Bombiand finalmente hanno veduto sulla più alta cima del vulcano di Toluca la superficie della roccia vetrificata per la spessezza di due piedi quadrati; essa era anche in taluni luoghi bucata, e dentro ai buchi vedeasi eziandio la stessa crosta vitrea. Inoltre Withering nel descrivere il fulmine caduto il tre settembre del 1789 nel parco del conte Daylesford descrive la fusione per esso cagionato sulle pietra quarzosa. E finalmente dalle osservazioni di Friedler risulta, che il fulmine nelle sabbie vi cagiona alcune fusioni in forma di canali stretti, e spesso profondi le pareti dei quali si sono

consolidate per la fusione dello stesso quarzo, e che hanno avuto in seguito il nome di *folgoriti*. Questi tubi singolari si son trovati nelle pianure sabbionose della Slesia, nella Prussia orientale, nel Cumberland, ed anche nel Brasile presso Baja. Se alle mentovate azioni de'fulmini sulla terra si aggiungono i loro effetti meccanici, per i quali enormi massi sono trasportati con indicibile forza a grandi distanze, apparirà così più manifesta la loro azione nel tramutare la superficie terrestre.

CAPITOLO VI.

DELLE ISOLE MADREPORICHE.

Quei fenomeni i quali danno origine ai terreni madreporici ed ai depositi di torbe, vanno sotto il nome di *fisiologici*, dappoichè appunto traggono la loro origine dagli esseri viventi, sia animali che vegetabili. Tratteremo distintamente de' primi, e dei secondi.

Per isole *madreporiche* s' intendono quelle estese formazioni di polipai pietrosi ammassati gli uni sugli altri, i quali nei mari tropicali vengono a fior d'acqua, costituendo a tal modo banchi sottomarini, scogli, ed isole estesissime. I piccoli animali da' quali risultano vivendo in società nei mari equinoziali, terminano col dare nascimento a quelle masse pietrose cotanto considerevoli. Sembra però che questi depositi non possano raggiungere, come si è creduto in altri tempi, una spessezza indeterminata, dal perchè le madrepore debbono necessariamente terminare i loro travagli, o piuttosto debbono cessare di vivere, appena che arrivano alla superficie del mare, parimenti che non possono stabilirsi ad una profondità arbitraria, avendo bisogno di sentire l'influsso dell'azion della luce per poter vivere. In fatti, dalle osservazioni de'signori

Quoy e Gaimard risulta, che le specie le quali più contribuiscono alla formazione di questi terreni, come le *cariofillee*, le *meandrine*, le *madrepore* diverse, e soprattutto le *astree* che solamente *per sè medesime* possono ricoprire spazi considerevoli, non possono cominciare le loro costruzioni al di sotto di dieci metri di profondità (1). Inoltre a questi animali non è dato l'estendersi infinitamente per tutti i versi; che anzi le madrepore non si trovano giammai negli stretti esposti alle azioni delle correnti e de' marosi; se non che solamente sulle rocce preesistenti, di già molto elevate nelle acque possonsi stabilire, e così di seguito accumulare i loro prodotti solidi per fino al livello del mare, covrendo la più parte delle montagne sottomarine per migliaja di leghe quadrate. Riguardo agli avanzi organici o inorganici che si trovano nella massa principale delle isole madreporiche, e che non provengono certamente da' polipai che le hanno costituite, debbono essi la loro origine sia al movimento delle acque, sulle medesime, sia all'abitudine di un gran numero di animali marini i quali cercano di attaccarsi sopra altri corpi o di terminarvi la loro esistenza. In ultimo per ciò che riguarda le isole madreporiche le quali osservansi in certi mari dell'oceania ad un livello superiore a quello delle acque, si dà spiegazione del fatto con ammettere, che il suolo di queste isole sia stato sollevato per azioni de' vulcani, siccome tuttogiorno vedesi effettuare sotto i nostri propri occhi nei mari equinoziali. Così all'isola Timor si trovano questi terreni di otto o dieci metri di spessezza a 200 o 300 metri di altezza; osservasi lo stesso nella nuova Olanda ed a Sandwich, le quali osservazioni tutte irrecusabilmente inducono a stabilire, che questi depositi sonosi sollevati dal seno delle acque ove furono generati per interne azioni della terra.

(1) In misura del regno circa palmi 40.

CAPITOLO VII.

DEI DEPOSITI DI TORBA.

Se il regno organico animale ha dato origine agli estesi depositi poc' anzi studiati sotto nome di terreni madreporici, anche il regno vegetabile ne cagiona a sua posta un' altra specie, che va appellato deposito di *torba* o *torbiera*. I suoi materiali costituenti essendo di provenienza organica, a buon diritto non dovrebbero far parte di questo libro; nulladimeno sotto l' aspetto di effetti che modificano la crosta della terra, necessariamente ottengono un luogo distinto nella scienza geologica. Questo deposito giornalmente si effettua alla superficie de' continenti ne' diversi infossamenti di terreni, nelle valli e nei luoghi bassi e paludosi, e si appella torbiera, poichè costituito dall' accumulamento di vegetabili, la decomposizione de'quali somministra un particolare combustibile chiamato *torba*.

Le torbe non si formano indifferentemente in tutte le acque, essendoci de' mari che ne sono riempiti, mentre altri non ne presentano traccia veruna; talchè è evidente, che solo sotto certe condizioni possono essere prodotte. Infatti non si fanno nelle acque correnti, neppure ne'laghi profondi, nè dentro gli stagni che si disseccano prontamente; ma si manifestano solo ne' luoghi dove le acque sono stagnanti, e che lentamente si rinnovano, e sotto una profondità poco considerevole: essendo pur troppo risaputo che le piante allogate nelle acque, per vivere debbono allungare il loro fogliame verso la superficie di livello per ricevere l' influsso dell' aria, e della luce.

Le piante che concorrono alla produzione della torba sono in generale le cellulari, che costantemente vivono som-

merse, e che si moltiplicano con rapidità, come le conferve ed altri piccioli vegetabili, la cui debole organizzazione facilmente si distrugge. A queste specie bisogna aggiungere un gran numero di vegetabili terrestri che vengono trasportati da' ruscelli e da' fiumi, cosicchè frequentemente vi s'incontrano nelle torbiere de'grandi alberi che sono sepolti più o meno profondamente nella massa, trovandosi allogati con predilezione nelle loro parti inferiori. Alcuni di questi alberi si trovano all'impiedi e fissi con le loro radici nel fondo del deposito, ed in alcuni casi sono talmente in numero da indicare che intiere foreste sono state sepolte nei luoghi istessi dove crescevano prima della formazione della torba. Tali piante appartengono tutte all'attuale vegetazione, e sono degli alberi resinosi, delle querce, delle betule, ed alcune volte dei frassini, e degli olmi, ec. Le prime di tali piante sono nel generale meglio conservate, ed hanno serbata la loro solidità trovandosi solamente annerite; le altre per contrario sono ridotte in un terriccio che cade in polvere facilmente. In questi depositi di torbe s' incontrano del pari alcuni avanzi di mammiferi, i quali appartengono alle famiglie degli animali dell'attuale epoca, come le ossa di bue, di cervo, di cavallo.

Loro giacitura—Le torbe poggiano sopra tutte le specie di terreni, ed alle volte sulle stesse rocce non stratificate, ma nelle maggior parte dei casi, siccome hanno dimostrato le osservazioni, questi depositi incominciano da quelli di sabbia o di argilla. Sovente non formano che una sola massa più o men compatta e spessa, più nera alla parte inferiore di quella degli accrescimenti successivi; ma in altri casi le torbiere presentano differenti strati separati gli uni dagli altri da depositi di sedimento di varia spessezza, formati senza dubbio dagli alluvioni successivi che le han ricoperte.

Questi depositi intermedii sono costituiti da sabbie, da argille, da marne calcaree o argillose, contenenti conchiglie di acqua dolce in gran quantità, non che delle con-

chiglie terrestri, trasportate senza dubbio dai ruscelli.

Abbiamo notato che la torba non si forma se non se sotto le acque poco profonde: non pertanto vi sono depositi di questo combustibile molto spessi, i quali sembrano aver avuto bisogno di circostanze affatto particolari per formarsi, il che fa mestieri indagare.

Questo fatto opposto alle osservazioni generali ci portano a credere che i luoghi ove si trovano tali materiali depositati hanno subito degli abbassamenti successivi a misura che le materie si depositavano: ciocchè altresì ci dà spiegazione dei piccoli strati di terra vegetabile che si trovano interposti. La qual conchiusione ancora deduciamo dai grandi alberi coricati in fondo delle torbiere che ci danno l' idea di antiche foreste le quali si sono infossate.

Le torbiere sono molto abbondanti alla superficie della terra, e si trovano distribuite in bacini più o meno estesi a tutte altezze, occupando le diverse depressioni del suolo. Si trovano infatti alle sommità delle montagne, come sulle Alpi, negli alti piani, come nel centro della Francia, e nei bassi piani, ove cuoprono spazi immensi, come nella Slesia, in Prussia, ed Olanda.

Conclusione. Con ciò diam fine alla esposizione dei fenomeni i quali attualmente succedono e che modificano la crosta terrestre in mille modi differenti. Cosicchè dopo aver mostrato gli effetti attuali dei terremoti, e delle azioni vulcaniche, dopo aver determinato quelli che producono le acque tanto con alterare i continenti che nel formare novelli depositi, e le azioni istesse degli esseri organizzati sulla terra, è cosa ben ragionevole dedurre da tutti i fenomeni geologici attuali quelli che sono avvenuti alla superficie del globo dal momento della sua esistenza in poi. In vero bisogna credere che le azioni le quali operano oggigiorno sotto i nostri occhi sono quelle istesse che hanno operato in tutti i tempi, sebbene abbiano avuto un' energia superiore, siccome nel seguito avremo occasione di esaminare.

Digitized by Google

SEZIONE SECONDA.

APPLICAZIONE DE' FENOMENI PRECEDENTI ALLA MODIFICAZIONE E FORMAZIONE DELLA SUCCESSIVA SCORZA SOLIDA DEL GLOBO.

Non vi è parte di sapienza naturale, che in tutti i tempi sia stata avvolta in ipotesi, quanto quella che ha per oggetto lo studio dell'origine del pianeta che abitiamo; di seguirlo in tutti i suoi periodi fino all' epoca attuale, e ciocchè è più ancora, di cercare dallo stato presente, qual debbe essere il suo avvenire. Questa parte della Geologia, come volentieri si comprende, è la più difficile; e diventa la più dubbia ed ipotetica, principalmente se si dà libero sfogo alle ipotesi, le quali in tutti i tempi hanno signoreggiato l' umano pensiero, ed a cui il genio dell'uomo tanto propende: ma se le ipotesi sono appoggiate da osservazioni bene istituite, e sono il parto de' più elevati ingegni i quali con fino discernimento e per logiche induzioni le traggono dalle secolari osservazioni ripetute in tutti i luoghi; queste ipotesi con sì validi sostegni ordinate prendono il posto delle verità dimostrate, delle quali non potremo più dubitare, senza cadere in uno riprovevole scetticismo. Sotto tali punti di vista tratteremo la Geogenia, allontanandola per quanto è possibile dalle fantasie, e dalle congetture per le quali lo studio della stessa si rapporta a quello più generale e più vasto ancora sull' origine dell' universo: obbietto, che per essere superiore alla forza dello spirito umano ha dato

luogo ad una folla di sistemi incompiuti, ed imperfetti, e del quale non ci occuperemo, poichè non vi ha cosa che possa far parte della nostra scienza. Che però senza ricercare ciò che era il nostro pianeta prima che fosse investito dalle forze di gravitazione per le quali si sono stabiliti i suoi movimenti nel sistema planetario, studieremo piuttosto la sua *storia naturale* fin da quando tutta la massa dalla quale ora si compone si trovò insieme raccolta ed isolata nello spazio, attivata dalla forza di gravità che chiama al suo centro i corpi posti alla sua superficie, e dalle forze di affinità che regolano le chimiche combinazioni delle sue particelle, essendo bene inutile di rimontare ad uno stato di cose anteriori a quelle di cui la natura ci offre le ultime tracce, e ritenendo per vero su tale proposito ciò che han lasciato scritto i *libri santi*. Ci limiteremo quindi ad esaminare fino a qual punto si può fare concordare quanto è avvenuto in una massa fusa che si raffredda, con lo stato delle cose che solamente lo studio geografico e geognostico ci hanno mostrato. Con tale protesta entriamo in materia.

Digitized by Google

CAPITOLO I.

STATO PRIMITIVO DI FUSIONE DEL PIANETA, E PRIMI EFFETTI DEL SUO RAFFREDDAMENTO.

Consolidamento della crosta terrestre. — Da ciò che abbiamo precedentemente studiato, e che i lumi della scienza ci rivelano, possiamo stabilire, che la massa del globo sia stata primitivamente fluida, perchè altrimenti non avrebbe potuto rigonfiarsi all'equatore, e prendere la forma di uno sferoide di rivoluzione, ed aumentare di densità dalla superficie al centro, siccome abbiam detto; oltre a che si ritiene essere questa fluidità primitiva un risultamento di elevatissima temperie, e di fusione ignea, poichè la temperatura va ancora aumentando dalla superficie all' interno del globo, e le ricerche fatte per ispiegare le cause de' vulcani, e dei terremoti ci portano a questa conseguenza. Sicchè necessariamente siamo condotti a pensare che non solamente l' interno del globo sia tuttavia allo stato di fusione ignea, ma che la sua crosta fosse stata fluida, e tende a maggiormente ad ispessirsi in seguito di raffreddamento. Queste idee di fusione e di raffreddamento, alle quali necessariamente siamo condotti, ci fanno concepire ciocchè ha dovuto avvenire nei primi tempi della consolidazione del globo. In fatti per quello che sappiamo delle leggi del calorico, si comprende, che appena sarà cessata la causa la quale aveva potuto dare alle materie che compongono il nostro pianeta una temperatura tanto differente da quella degli spazi celesti, la parte esteriore di questo globo sarebbe ita raffreddandosi, e per primo effetto di questa diminuzione di calore ha dovuto effettuarsi il *consolidamento* di una crosta solida intorno alla massa liquida, donde è risultato un primo modo di formazione delle

rocce che si opera dall'esterno all'interno, e che deve continuare finchè l'abbassamento di temperatura del globo, il quale tende a mettersi in equilibrio con gli effetti che il calore solare occasiona alla superficie, abbia prodotto il consolidamento di tutta la massa. Un tale fenomeno ha dovuto effettuarsi più rapidamente nel principio delle cose di quello che attualmente succede, essendo ragionevole che una gran massa di metallo fuso si raffredda più rapidamente all' esterno che al di dentro.

Da ciò segue, che per primo effetto di questo raffreddamento la prima crosticella solida formata alla superficie della terra, provando un restringimento più o meno considerevole, ha dovuto rompersi in tutti i versi per l'azione della materia fusa che ricopriva, e nuotare in frantumi alla sua superficie, consolidarsi quindi di bel nuovo con certa irregolarità per rompersi altra volta. Prendendo però maggior consistenza, e premendo di più in più gradatamente sulla massa liquida, questa ha dovuto uscire per fenditure più larghe che allora presentavansi, e cagionare in tal modo al di sopra della crosta terrestre alquanti rigonfiamenti rilevati, e di varia estensione che successivamente divenivano più elevati a misura che la resistenza della crosta si faceva maggiore, e le reazioni acquistavano più di forza ed energia. Da ciò provvennero le prime rugosità ed inuguaglianze del suolo, le quali maggiormente si accrebbero per le azioni esercitate dai pianeti quando tutta la terra era liquida; essendo risaputo che la loro attrazione doveva produrre delle ondulazioni, e quindi accrescere le inuguaglianze, siccome vediamo nel presente l' attrazione della *Luna* imprimere ai nostri mari un movimento oscillatorio che volgarmente diciamo marea: così anche la terra dovea essere esposta a simiglianti oscillazioni, le quali si dovevano continuare anche quando la sua superficie s' incominciava a consolidare, mentre la sottigliezza della parte solida in proporzione della massa liquida non poteva impedire che questa

continuasse i suoi movimenti. Incontriamo in fatti assai di frequente le rocce primitive, e sopratutto il micascisto e lo gnais con gli sfogli in varie guise ondulate e flessuose, e pensiamo che tale disposizione sia l'effetto del continuo oscillare della sottoposta massa fusa della terra. Per le quali ragioni tutte agevolmente intendiamo perchè le rocce consolidatesi durante questo primo periodo assai di continuo si siano infrante, dislogate, e ricongiunte in mille modi, siccome ci attesta lo stato nel quale ora le troviamo.

CONDIZIONI DELL'ATMOSFERA. Egualmente si comprende che nello stato primitivo del pianeta quando la sua superficie era assai riscaldata per essere la sua massa allo stato di fluidità ignea, doveva trovarsi circondata da un' atmosfera che indipendentemente dai fluidi elastici che attualmente la compongono, faceva uopo contenere l'acqua che ora ricuopre la sua superficie i mari e tutte le sostanze le quali ad una forte temperatura passano allo stato gassoso. Atteso però il raffreddamento successivo del globo, e continuando a diminuire la sua temperatura, queste materie incominciarono a precipitare alla superficie della terra, ed a tal modo contribuirono alla formazione della sua crosta solida, per l' addizione di novelle parti che si aumentavano in un senso differente di quello risultante dal consolidamento interiore, cioè dall' alto in basso. Quest' atmosfera dovea essere di gran lunga più estesa di quella che a dì nostri circonda la terra, e capace perciò di produrre sulla sua massa liquida una enorme pressione. Quindi segue che l' acqua istessa quando per la prima volta divenne liquida, non fu d' uopo attendere un raffreddamento al di sotto di cento gradi del termometro, ma tenendosi ad una temperie oltre di cento gradi elevata, cominciò a riempire i vasti serbatoi poco profondi, che la superficie terrestre appena consolidata le offriva. In questo stato dell'atmosfera piena di materie eterogenee, tramescolata, ed investita da fortissima temperatura, possiamo idearci quali

forti azioni meteoriche dovevano succedere per lo sviluppo grandissimo degl' imponderabili. Dei quali fenomeni non potendoci formare idee molto precise, non bisogna perciò entrare nel campo delle immaginazioni. Appena dunque il raffreddamento della superficie del globo fu sufficiente per farvi dimorare l'acqua, un novello modo di formazione si venne ad aggiungere agli altri. Da questo momento l' azione meccanica di esse potè produrre dei rottami di materie arenacee incominciando a formare sedimenti, mentre l' acqua ad un' alta temperatura e carica di principi aeriformi che si svolgevano dalle masse solidificate, come oggi giorno si avvera delle lave, attaccò le materie pietrose, le potè disgregare, e disciogliere, formando più tardi dei depositi chimici, e consolidare i frantumi. Troviamo in effetti negli strati più antichi che possiamo conoscere, e prima della comparsa degli esseri organizzati, questi depositi formati di frammenti, di ciottoli rotolati e di sabbie.

È agevol cosa l' intendere da quanto si è esposto sulle condizioni dell' atmosfera e della superficie terrestre, che gli strati che si sono consolidati successivamente al di sopra del primo sfoglio superficiale, sottoposti alla legge di contrazione per raffreddamento, dovettero riempirsi di fenditure in tutte le direzioni; e per conseguenza l' intiera crosta terrestre divenne inuguale nella superficie, presentando avvallamenti e rialzi, e non ha potuto avere quella solidità che ciascuno s' immagina. Essa infatti non ha potuto resistere tanto efficacemente come si può credere, alle azioni interiori, le quali non trovando ostacoli fuori dei depositi di sedimento formati più tardi, ha potuto e dovuto perciò dislogare ed infrangere a suo modo tutte le materie. Ecco perchè non vi è deposito sulla superficie del globo che non sia dislogato e ricongiunto in mille differenti guise. Inoltre, il raffreddamento successivo del pianeta andando dall'esterno all'interno produsse il restringimento nelle parti interiori, restringimento, che non poteva aver luogo nella crosta esterna, perchè questa era

di già solidificata molto prima : risultarono da siffatta diminuzione di volume alcuni spazi sotto la scorza esterna , e quest'ultima non essendo più sostenuta sprofondò per una grande estensione , producendo grandi modificazioni alla superficie terrestre. Così ben subito le acque vennero a spandersi nelle cavità formate per gli sprofondamenti di una parte della crosta terrestre e produssero i primi mari , in mezzo ai quali restarono alcune rocce acute , provvenienti dai margini delle spezzature della crosta del globo che non furono sommerse. I primi mari però essendo generalmente poco profondi , il loro livello variava sovente per le numerose catastrofi che si riproducevano , sia nel loro seno , sia sui loro littorali , e spesso si aggrandivano per nuovi sprofondamenti , altre fiate si restringevano per i sollevamenti provvenienti dalla tumefazione delle materie semifuse che si trovavano sotto la crosta fratturata del globo. Nel tempo di queste catastrofi gli stessi movimenti della terra dovettero essere alquanto tramutati , e la durata dei giorni dovè diminuire. Un tale racconto non deve recar meraviglia, dappoichè questi stessi mutamenti nella superficie terrestre attualmente continuano, e sebbene lentamente, sonovi dei momenti in cui l'effetto succede bruscamente , dando luogo a subita catastrofe, siccome abbiam detto discorrendo dei terremoti e de' fenomeni vulcanici.

Comparsa degli esseri organizzati sulla terra—Intanto col continuo raffreddamento del globo , gli esseri organizzati apparvero alla sua superficie. Questi sul principio furono estremamente semplici , non distinguendosi in loro alcun sesso, e quasi che tutte le parti erano identiche : tali erano le *alghe* i *zoofiti*, gl'*infusori* ecc. In seguito cambiando sempre le circostanze, e sotto la loro influenza continuata per lunghi anni, gli esseri si modificarono, e si formarono delle nuove specie , siccome avremo agio di osservare nella successiva formazione de' terreni. A tal modo la superficie terrestre è pervenuta senza dubbio dopo lungo tem-

po ad uno stato di calore presso a poco stazionario, che non ha variato dopo i tempi storici, e che non può diminuire, nel corso di un' immenso spazio di tempo se non se di 1/30 di grado, solo influsso che il calore centrale possa aggiungere oggigiorno all'azione solare, siccome ha calcolato Fourier. È ben naturale però che prima di arrivare a questo stato che probabilmente ha avuto bisogno di lunghissimo tempo, la superficie terrestre ha dovuto passare per tutti i gradi di temperatura per arrivare dallo stato di fusione primitiva a quello di raffreddamento attuale; per conseguenza vi fu tempo in cui aveva una temperatura propria capace di distruggere completamente la differenza de' climi, tanto più che un' atmosfera vaporosa, impedendo l'irradiamento, ne manteneva il calore, e diminuiva il rigore dell'inverno. In queste epoche la vegetazione e la vita in generale poteva indifferentemente esercitarsi per tutti i climi, e per tutte le latitudini; cosicchè le piante e gli animali che attualmente vivono solamente tra i tropici, potevano allora vivere da per tutto, sì all' estremo polo che all'equatore. Segue da ciò che non dobbiamo rimaner maravigliati se troviamo attualmente sepolti gli avanzi di differenti animali in certe contrade, che sono oggigiorno le più fredde della terra, ove certamente sarebbe impossibile farli vivere nell' epoca attuale. Così all' isola Portland in Inghilterra si trovano sepolte le piante di equisetti, licopodi e felci di grandezza straordinaria, le quali possono essere paragonate a quelle che attualmente vegetano all'equatore. Inoltre i depositi madreporici attualmente ristretti nei mari equatoriali s' incontrano ad ogni altezza, e nei luoghi freddi di Europa, cioechè dimostra chiaramente la differenza di clima avvenuta in Europa, ed il successivo raffreddamento del pianeta.

Digitized by Google

CAPITOLO II.

SOLLEVAMENTI DELLE ROCCE.

Effetti dei sollevamenti, e degli abbassamenti delle rocce. — Antecedentemente abbiamo notato che di presente succedono sulla superficie terrestre vari fatti i quali ci assicurano che alcuni continenti si abbassano nel mare, mentre altri si sollevano. Or bene, questi stessi fenomeni in tempi remotissimi han dovuto succedere, ed importanti modificazioni hanno necessariamente cagionato alla crosta terrestre. Che anzi cercheremo col loro ajuto spiegare alcuni fatti, i quali sarebbero inesplicabili del tutto senza di essi. In vero incontriamo dei depositi marini a tutte le altezze in istrati molto spessi ed estesi, de'quali non è così facile di rendere conto al primo momento. Questi depositi evidentemente si son formati sotto le acque del mare, atteso i fossili marittimi che contengono: ora poichè si trovano a migliaje di metri sopra l'attuale livello dell'Oceano, bisogna ammettere, o che i mari siano stati sollevati ad una certa epoca al di sopra di questi luoghi, e vi hanno dimorato per lungo tempo, indispensabile per cagionarvi quegli strati così spessi, oppure che questi depositi, formati da prima sotto del livello attuale, sono stati in seguito sollevati dal fondo dei mari per fino all'altezza ove si trovano. Del primo caso non ne abbiamo esempi, ed è contrario alle cognite leggi adrostatiche; bisogna quindi ragionevolmente ammettere l'idea dei *sollevamenti*, idea appoggiata sopra fatti positivi che hanno luogo a' nostri giorni, e che senza dubbio in tutti i tempi sonosi manifestati alla superficie del globo. In fatti, se i sollevamenti hanno esercitato una potente azione sopra un'estensione di 200 leghe sulle coste del Chili, ed innalzano attualmente le coste

della Svezia e della Finlandia le quali non sono meno estese delle prime, possiamo del pari comprendere che vaste contrade si sieno da pertutto sollevate in ogni epoca. Ed è ben naturale che l'enorme massa fusa che forma l'interno del globo, oscillando or da un verso, or dall'altro sotto la dilicata scorza, ha potuto gonfiarla in tutte le direzioni, mutando le forme dei continenti e dei mari, e cangiandone in mille modi il rilievo. Questi effetti che a noi sembrano giganteschi, non paragonati con la grandezza del pianeta, sono un nulla quando con giudizio se ne stabilisce il rapporto. Che sono infatti i 7821 metri di altezza che presenta l'Himalaya la più alta montagna conosciuta? e gli 8000 metri di profondità fornita dal più grande scandaglio in mezzo dei mari, rimpetto ai 6. 000. 000 di metri che presenta il raggio medio della terra? Che perciò queste piccole rugosità non debbono punto maravigliarci se per forza interna della terra si trovano così disposte sollevate. Oltre a ciò, infiniti esempi attestano il lento sollevarsi che attualmente si fa di alcune contrade, alcuni de' quali abbiamo noverato antecedentemente, e molti altri potremmo qui addurre in esempio che per brevità trasandiamo. — Ricordiamo solamente che nella Svezia presso Stocolma, scavandosi un canale, fu trovato in mezzo a letti di sabbia, di argilla, e di marne riempiti di conchiglie simili a quelle che vivono nel Baltico, alcuni rottami di vasi di antichissima data. Donde rilevasi che questa contrada, una volta sotto le acque, sia stata sollevata dopo l'esistenza dell'uomo. Questa conseguenza viene fortificata dall'osservazione fatta all'isola S. Lorenzo presso Lima ove si trovano a 30 metri al di sopra del mare alcuni depositi i quali contengono giunchi intrecciati, e lavori in cotone ec.

Questi oggetti artificiali chiaramente attestano, che i depositi in quistione sono stati formati dopo la presenza dell'uomo in queste contrade; e siccome il livello dei mari non à cangiato dopo i tempi storici, bisogna adunque conchiudere che

sia per sollevamento che essi siano venuti al di fuori delle acque.

Da ultimo conchiudiamo, che se le osservazioni si portano su tutte le regioni della terra, indubitatamente si rileva, che grandi estensioni di terreni sono stati sollevati dal seno delle acque in epoche differenti, e prima, e dopo della comparsa dell'uomo sulla terra; talchè riconoscendo che questi estesi depositi marini formati da conchiglie che attualmente vivono nei nostri mari sono stati evidentemente sollevati ad altezze considerevoli, diviene altresì certo, per necessaria deduzione, che tutte le terre attualmente abitate dall'uomo sono state in vari tempi sollevate dal seno delle acque. Questa verità di tanto interesse scientifico e sì feconda di utili deduzioni fu anche intesa dalla più remota sapienza degli antichi filosofi Greci e Latini.

Sprofondamenti dei terreni — Per la stessa cagione per cui estesi depositi si sollevano dai mari, per essa appunto grandi abbassamenti succedono, e si son fatti in tutte le epoche. Invero si osservano in differenti luoghi della terra estesi depositi marini dove si ritrovano gli alberi ancora in posto, ciocchè attesta l'esistenza di un suolo vegetabile il quale si è sprofondato ed innalzato di bel nuovo. — Esiste in Inghilterra all'isola Portland un deposito di materia nera che si chiama *strato di fango* il quale ritiene gli alberi ancora in posto, e che poi di seguito è stato ricoperto da calcarea lacustre, ciocchè indica che questo suolo vegetabile era una volta esposto all'aria per cui vegetavano tante piante, oggi è infossato nella terra. Oltre a ciò solenni esempi delle oscillazioni del suolo ci vengono somministrati dalle impronte di piedi e passi di certi quadrupedi che sono stati trovati ad Hessberg, e quelle dei piedi di uccelli trovati nella valle del Connecticut negli Stati Uniti di America. Queste impronte dimostrano che i continenti si sono abbassati per ricevervi tutte le materie di sedimento, le quali si sono ivi dentro modellate e che di nuovo son venuti sul livello del mare, come at-

tualmente si trovano. — Simiglianti fatti sebbene con modi più limitati abbiam veduto prodursi in conseguenza dei terremoti, e dei vulcani; talchè uno sprofondamento dette origine alla valle del Bove sul versante orientale dell' Etna, e per simili circostanze si sono cagionati gli sprofondamenti del picco delle Molughe, di Carguaraizo e Papantajan. Ciocchè dimostra, che la crosta del globo sebbene si trovasse ricoperta dalle acque fu ancora rotta, inclinata, sollevata, ed abbassata un gran numero di volte, ed in modo tanto solenne che gli strati i quali in principio erano stati depositati orizzontalmente secondo le leggi della gravità, hanno preso delle disposizioni grandemente inclinati o verticali, ed alle volte sono stati talmente sconvolti, da presentare la parte inferiore superiormente, siccome in seguito noteremo. Per le stesse cagioni troviamo i depositi arenacei e di conchiglie, i quali si formano assolutamente sotto le acque, e che sono depositati a strati orizontali variamente inclinati in certe parti della loro estensione, e delle volte incontransi raddrizzati per fino alla verticale, ritenendo non pertanto ancora tutti i caratteri che dimostrano la primitiva loro giacitura. Per ben comprendere questa disposizione bisogna richiamare alla mente i fenomeni da noi studiati come effetti prodotti dai terremoti, e dalle azioni vulcaniche. Per essi appunto il suolo era sollevato e dislogato in mille maniere, cosicchè gli strati mutavano ancora nella loro direzione, trovandosi alcuni più inclinati ed altri sollevati. Inoltre vedemmo, che intorno ad'un cratere di sollevamento tutti i terreni che s'incontravano in strati orizontali erano elevati intorno al suo asse, cosicchè se troviamo che tutti gli strati inclinati che osserviamo alla superficie del globo possano essere rapportati o all'uno o all'altra di queste disposizioni, saremo ancora in dritto onchiudere che essi siano stati sollevati per le stesse cagioni. Per queste azioni daremo altresì spiegazione degli slogamenti detti *fall* dagli alemanni, che sono rotture le quali si osservano principalmente nei terreni stratificati, e che presu-

miamo che sieno risultamento di sollevamenti prodotti dalla spinta dei materiali sottoposti. L'apertura di essi tiene qualche volta una immensa estensione, e gli strati dall' una e dall'altra parte si trovano più o meno elevati, ed inclinati. Altre volte questo dislogamento ha meno di larghezza, ed è dovuto ad' una parte del terreno che si è sollevato ovvero abbassato, mentre l'altra è rimasta al suo antico livello. Ciò viene dimostrato dalla non continuità dei letti stratificati che in alcuni casi cessa bruscamente, per incontrarsi più in basso o più in alto, divenendo causa di errore, per le speculazioni d'industrie. Tav. VI. Fig 21. — Così ad'esempio nelle cave di carbon fossile uno stesso strato di combustibile A, B, C, si trova alle volte talmente rotto e deviato dalla sua posizione, che il minatore, dopo avere scavato nella direzione di D, in C, questo strato vedrebbesi tutto ad' un tratto finire. Egli abbandonerebbe evidentemente tutto il travaglio se l'esperienza non l' avesse insegnato che seguendo il dislogamento trovverebbe il deposito o sopra o sotto del luogo, ove è stato subitamente impedito. Questi dislogamenti sono molto frequenti sulla superficie della terra da dare luogo a profonde spaccature, e ad' altri fatti che in appresso studieremo.

In seguito ai sollevamenti possono avverarsi altre modificazioni del suolo, come sarebbero quei rigonfiamenti che apparono negli strati dei terreni senza visibili fenditure, e possono originarsi ancora grandi aperture crateriformi, dovute alla spinta dei materiali che vengono dal basso in alto; siccome osservasi in molti luoghi, e specialmente, nella solfatara di Pozzuoli, e presso gli Astroni ove gli strati sono tutti elevati verso l'asse della cavità, il di cui centro è occupato da un monticello trachitico, il quale senza dubbio sollevandosi ha prodotto l' innalzamento degli strati del tofo pomicioso circostante, Tav. VI. fig. 22. Quantunque l'innalzamento di una parte degli strati sia accompagnato da rotture e da slogamenti, come succede più di frequente, pure vi

Digitized by Google

sono dei casi in cui senza rompitura notevole si producono questi effetti, risultando in vece di monti isolati una superficie ondulata del suolo. Di quest'ultima disposizione abbiamo esempii nelle montagne del Giura.

Origine delle valli. — Queste ultime considerazioni ci conducono a discorrere sull' origine delle valli, una delle quistioni più importanti, e nel tempo stesso più controverse della Geologia: quistione per altro, che dopo le antecedenti teoriche sulla formazione successiva della crosta terrestre e dopo la enumerazione de'fenomeni che la modificano, è divenuta un' appendice, anzi una illustrazione delle precedenti cognizioni. In fatti, ora che le montagne non sono altro che risultamento dei dislogamenti che hanno avuto luogo alla superficie del globo, le valli non offrono più incertezza di origine, altro non essendo che le necessarie relative conseguenze. Però la prima opinione che si tenne su questo oggetto fu quella di attribuire la loro origine allo incavamento prodotto dall' azione erosiva delle acque. S'intende però volentieri che siccome le acque non possono muoversi con una certa velocità, se non per piani inclinati, quindi presuppongono la esistenza de' monti e in conseguenza delle valli, non dandosi monti senza valli.

Per la qual cosa da ciò che abbiam detto antecedentemente sull'origine delle montagne e sul modo di formazione delle rocce abbiamo altresì i mezzi di concepire facilmente l' origine delle valli, ovvero lo stato della più parte di esse, e soprattutto di quelle che si trovano nelle contrade formate da strati inclinati, ove i sollevamenti hanno determinato per una forza inconcepibile sconvolgimenti grandissimi operando dal basso in alto. Quindi è ben naturale che se una massa di rocce coerenti è stata fortemente sollevata, essa ha dovuto non solamente fendersi per ogni verso, ma le sue parti han dovuto soventi separarsi e lasciare per conseguenza tra di loro certi infossamenti limitati da rapidi scoscese, mentre che se la causa sollevante ha agito sopra masse mobili, i rompimenti non hanno permesso alle fenditure di stabilirsi.

Questo è ciocchè si osserva nello stato attuale del globo.—Vi è altra generazione di valli prodotte da due vicini sollevamenti che necessariamente determinano un'infossamento nella parte di mezzo, mentre dall'uno e dall'altro verso i terreni sonosi sollevati: il qual fatto abbiamo notato sulla disposizione dei monti Giura. Dippiù, le eruzioni, o le eiaculazioni di materie liquide o solide che sono spinte dall'interno della terra per fenomeni analoghi a quelli dei vulcani, sono nel caso di dare origine ad' un' altro modo di formazione delle valli, ma molto più circoscritte delle altre. Abbiam veduto in effetti che allora quando le lave colano dai vulcani, col raffreddamento si solidificano, e danno così origine ad eminenze longitudinali più o meno elevate, e quindi per conseguenza alle valli. Le eiaculazioni delle materie ignee elevando nuove eminenze sono nello stesso caso. Finalmente nei terreni mobili scorrendo le acque per la loro azione meccanica di movimento, e per l'azione solvente che esercitano, incavano il suolo, per dove scorrono, cosicchè pel continuato operare di esse si effettua una valle di erosione, ma ciò à luogo insensibilmente.

Origine delle caverne—Qui cade in acconcio tener parola sull'origine delle caverne che si trovano grandemente sparse nei terreni di sedimento, o che ancora si attribuiscono all'azione delle acque. Però sebbene vediamo tuttogiorno che le acque incavino certi luoghi ove esercitano la loro azione per urti continuati, non possiamo per la stessa ragione dare spiegazione a certi incavi formati nei terreni i quali si prolungano per centinaje di metri, Per dar spiegazione di questi fatti si presume che l'origine primitiva delle caverne è dovuta a fenditure che si sono operate nell' interno del suolo, e che sono state modificate in differenti modi. Sappiamo in fatti che per effetti de'terremoti le acque dei laghi prendono un corso sotterraneo: che altre volte copiose sorgenti vengono ad'un tratto alla superficie della terra, e che alcuni fiumi s' incolfano sotto terra dopo un corso superfi-

Digitized by Google

ciale per ricomparire altra volta dopo lunghi corsi. Tutti questi fatti dimostrano esservi dei condotti sotterranei i quali sollevati per qualunque circostanza hanno potuto così dar luogo alle caverne le quali nel presente si trovano ad'ogni altezza. Del resto noi siamo lungi dal dire che questa spiegazione non sia soggetta a grandi difficoltà.

CAPITOLO III.

Origine dei depositi di sedimento in generale.

L'esame dei terreni di alluvione da noi fatto nell'antecedente sezione, ci ha rivelato un fenomeno che sotto una piccola scala possiamo applicarlo alla spiegazione della formazione di possenti masse minerali, le quali per la loro stratificazione, e per la natura degli avanzi di esseri viventi che ritengono, annunziano essersi formate nell'acqua, mentre poi la coerenza della più parte di queste masse, provano che debbano per la più parte la loro origine ai fenomeni chimici piuttosto che ai meccanici. Tutte le volte adunque che nell'interno dei continenti troviamo queste forme di terreni a strati, e la loro accumulazione in depositi più o meno considerevoli, per l'analogia che hanno con quelli, che nei laghi e nei mari vediamo oggigiorno formarsi, possiamo conchiudere che si siano effettuiti sotto le acque, quantunque incontri tali depositi a tutte le altezze su i nostri continenti e per fino sulla sommità delle più alte montagne. La natura degli avanzi organici che contengono ci farà poi distinguere se essi sieno prodotti nelle acque dolci o nelle acque dei mari, se sulle coste o in mezzo ai mari.

Depositi di acque dolci — Riconosceremo i depositi di acque dolci da ciò, che gli avanzi organici che contengono sono paragonabili ai differenti animali che vivono nel no-

stri fiumi, essendo soprattutto avanzi ed impronte di conchiglie paragonabili a quelle del genere *Limnea* e *Planobis*, fig. 16 Tav. 5, a, b. Queste conchiglie sono delicate come quelle dei nostri giorni, tenendo l'ultima spira molto larga. Gli stessi depositi contengono altresì delle conchiglie paragonabili alle *paludine*, Tav. V. 17. c. alle *melanie*, d; e soventi alle conchiglie terrestri del genere *elice*. Le conchiglie bivalvi alquanto più rare delle precedenti sono paragonabili a quello del genere *unio*, alle *cicladi*. ed alle *cirene*. Oltre a ciò la mancanza completa di tutte le specie di *polipari*, di *Encriniti* e di *Echini* deve ritenersi come un carattere importante dei depositi in parola, che sono molto comuni alla superficie del globo—I depositi marittimi si distinguono poi generalmente da quelli di acqua dolce da ciò, che gli avanzi organici di essi ànno molta analogia con le spoglie degli animali che attualmente vivono nei mari. Fra questi i più eminentemente caratteristici sono i *paliparti*, gli *encriniti*, o i pezzi delle loro diverse articolazioni, ed in fine gli *echini*. Tav. vi. fig. 18. B. Non si è dato caso che di essi siensi trovati gli avanzi nelle acque dolci, e questo carattere è grandemente importante. Delle conchiglie univalvi se ne trova qualcuna analoga a quelle che abbiamo indicate nelle acque dolci, sebbene siano generalmente più doppie, e più coverte di tubercoli e di rugosità, come quelle che appartengo al genere *cerite* Tav. VI. fig. 18. c. e *murex*. In quanto alle conchiglie bivalvi, esso differiscono grandemente ancora da quelle che si trovanonelle acque dolci, poichè sono fornite di strie e di rigosità, mentre le prime ànno la superficie ordinariamente assai liscia. Tav. VI Fig. 18. d. Fa uopo aggiungere come eminentemente caratteristici dei depositi marini gli avanzi di conchiglie che appartengono al genere *nautilus*, e le numerose specie *di ammoniti* delle quali non esistono le analoghe viventi attualmente.

Questi depositi han dovuto formarsi lentamente per l'accumulamento degli avanzi di esseri i quali periscono suc-

cessivamente, e non per catastrofi repentine, che li avrebbero tutti sepolti viventi. In fatti frequentemente si trovano nell'interno delle stesse conchiglie alcuni animali parasiti, che non avrebbero potuto stabilirvisi se il mollusco non fosse stato prima distrutto. Che anzi, altre volte i due pezzi delle conchiglie bivalvi s'incontrano separati, ciocchè dimostra che l' animale era morto prima che fossero infossati; e per ultimo le conchiglie spesso si rinvengono forate da *litafagi*, ciocchè ci porta alla stessa conclusione. Le quali circostanze tutte non si accordano con la idea di un trasporto effettuito per le correnti che avrebbe tutto conquassato—Riguardo alla estensione di questi depositi possiam dire che ricuoprono gran parte dei nostri continenti ; e con l'ajuto appunto dei fossili indicati, li potremo facilmente riconoscere, se siano marini o di acque dolci.

Depositi di foraminiferi, e d'infusori.—Oltre ai *molluschi*, agli *echini*, ai *polipari*, bisogna ad essi aggiungere altri avanzi organici i quali hanno concorso potentemente alla formazione di certi terreni ; sono questi i *foraminiferi*, e gli stessi *infusori*, i quali hanno acquistato un'importanza dopo le ultime scoverte di *Heremberg*.

I *Foraminiferi* sono conchiglie affatto marine della grandezza di una linea , o poco più, e malgrado la loro piccolezza non pertanto offrono molte cavità, ciocchè ha indotto a riguardare gli animali che le hanno prodotte esser stati *cefalopidi*, sebbene oggigiorno si avvicinano piuttosto agl'infusori dai Naturalisti. Le piccole cavità dalle quali si compongono i foraminiferi sono disposte differentemente, ciocchè ha condotto a molte divisioni , ed a suddivisioni di generi, che per darne un' idea ne rappresentiamo alcuni solamente molto ingranditi. Fig. 19 Tav. VI.

Foramaniferi fossili.

A. Nodosaria Limpata.
B. Disposizione interna delle cavità.
C. Dentalina sulcata.
A. Marginolina trilobata.
B. Veduta da sopra l'ultima cavità.
C. Disposizione interna delle cavità.
D. Flabellaria rugosa.
E. Veduta nell'altro verso per mostrare lo schiacciamento.
F. Textularia turris.
G. Disposizione delle cavità.
H. Sagrina rugosa.
I. Pyrulina acuminata
K. Cavità disposta in spirale turbinata o discoide.
L. Bulimina brevis
M. Bulimina Murchisonii
N. Glabigerina cretacea
O. Veduta di profilo
P. Rotalina Voltzii
Q. Cristellaria rotula
R. Veduta di profilo

Di queste piccole conchiglie di cui se ne conoscono da 700 a 800 specie fossili, si trovano accumulate in un numero immenso negli strati terrestri, e costituiscono per esse sole depositi calcarei considerevolissimi.

Oltre a ciò, gl'infusori tanto abbondanti nelle acque dolci e nei mari, più piccoli ancora dei foraminiferi, e che non sono visibili se non se per mezzo del microscopio, pure malgrado questa picciolezza *Heremberg* ha fatto vedere che per il loro accumulamento si sono prodotti depositi estessissimi di molti metri di spessezza, dappoichè a compenso della loro sottigliezza, esiste un gran numero di essi che sono forniti di uno scudo di natura siliciosa, e per conseguenza suscettibili di precipitarsi in fondo delle acque con gli avanzi delle piante microscopiche che vivono nello stesso tempo. Di questi piccioli animali quantunque vi bisognasse piucchè due milioni di corpuscoli per fare un millimetro cubico, pure costituiscono quasi che intieramente le materie terrose formate da silice, che vanno sotto i nomi *di terre a sci-*

sti a politura, di tripoli, farina fossile, limo silicioso. Gli scheletri di questi animali si trovano sovente in abbondanza nella silice, nelle *opali*, nella più parte delle *marne*, e soprattutto in quelle dei depositi lacustri: nelle calcaree compatte della stessa formazione, nella creta ec: e secondo gli ultimi rapporti dell' Heremberg le stesse racce vulcaniche ne sono fornite (Edimb. new Philos. Iour, jnillet. 1845). In fatti questo dotto ha esaminato recentemente le rocce del cono vulcanico di Hochsimmer presso del lago Lanchen, e vi ha trovato non solamente lo scisto a politura di questa località essere intieramente composto d'infusorii silicei, ma sibbene ritrovarsi la stessa costituzione in un grande numero di tofi, e conglomerati pomiciosi. Heremberg ha parimenti scoverto gl' infusorii nella pietra pomice di Kammerhiihl e nel tofo vulcanico di Brohl—Thal. Può dirsi adunque che esistono da pertutto, ed ogni qual volta s'incontra un deposito terroso fino, una *marna*, si è quasi sicuro di trovarla riempita di questi piccoli esseri, di cui invengansi depositi di venti metri di spessezza, siccome se ne ha un'esempio nei bassi piani dell' Alemagna occidentale.

Del gran numero degl' infusorii fossili di tutte le parti del globo, e dei differenti terreni descritti dall' Heremberg ne rappresentiamo alcuni solamente sotto grandi dimensioni nella Fig. 20. Tav. VI.

Infusorii fossili.

A. Desmidium apiculosum.
B. Evastrum verrucosum.
C. Xantidium ramosum.
D. Peridinum pyroforum.
E. Gonphomeno lanceolata.
F. Emanthidium arcus.
G. Pinnularia dactilus.
H. Navicula viridis.
I. Actynocyclus senarius.
J. Pixidula Prisca.
K. Allionella distans.
L. Synedra ulna.
M. Bacillaria vulgaris.
N. Spigoli di spugne.

CAPITOLO IV.

Della formazione delle rocce di origine ignea e della loro comparsa sul globo.

Per fare completo lo studio sull' origine dei diversi terreni che costituiscono la crosta terreste mi rimane a trattare di quelli che hanno una origine manifestamente ignea, e che perciò dai *Geologi* fin dal principio ebbero il nome di *Plutonici* o *Plutoniani*. Bisogna però avvertire che sotto i mentovati nomi alcuni dotti comprendono tutte le rocce di origine ignea, mentre altri per maggiore comodo della scienza chiamano rocce Plutoniche solamente il granito, il serpentino, i porfidi e le altre affini, che sono le più antiche rocce cristalline del periodo secondario. Senza entrare in tanti dettagli e divisioni inutili per la scienza e che sono di nocumento alla chiarezza, distribuiremo tutte le rocce di origine ignea in due gruppi, distinguendole per il tempo della loro formazione, nonchè per la composizione mineralogica, e per i particolari della loro giacitura. La prima divisione abbraccia le rocce Vulcaniche, la seconda le Plutoniche. Nello studio di esse incominceremo appunto dalle Vulcaniche, comechè sono più recenti, e che si continuano a formare ai tempi nostri, e quindi verremo a discorrere successivamente delle Plutoniche, le quali sembrano farne continuazione, e che si ritengono formate in epoche più remote.

Terreni Vulcanici. Ogni qualvolta alla superficie del globo incontriamo dei monti conici, alle volte isolati, e spesso allineati molti insieme su di una medesima direzione, e questi ricoverti di scorie, aventi alla sommità delle cavità crateriformi, conformati cioè ad imbuto che appellasi cratere, e circondati da lapilli ammassati a strati per una

estensione considerevole, è bene evidente, per l'analogia di ciò che succede sotto i nostri occhi, esser questi dei monti Vulcanici, qualunque fosse la nostra ignoranza sul tempo della loro attività. Parimenti se sui fianchi delle montagne, qualunque sia la loro natura, troviamo alcune masse strette, unite, prolungate, e terminanti in un modo arrotondito nella parte inferiore, che diconsi lave, siccome rilevasi dal frontespizio B. non possiamo affatto dubitare della loro origine ignea quantunque ogni traccia di vulcanicità fosse scomparsa. Finalmente se ci è dato incontrare alcune materie in nappe più o meno estese, compatte alla loro parte inferiore, porose, cellulose, e scoriacea alla parte superiore con frattura compatta, dobbiamo onninamente conchiudere che esse si sieno accumulate sopra un terreno sensibilmente orizontale, e che sieno venute ad uno stato quasi che liquido dall'interno della terra, per cui han preso una simile giacitura. Tutte queste cose si rendono manifeste sia dal taglio ideale della crosta terrestre premesso nel frontespizio di questo libro, sia da ciò che si è esposto precedentemente su i fenomeni vulcanici.

Per la qual cosa da quanto si è detto e dalle osservazioni di questo genere che possiamo ripetere ovunque, riconosciamo i terreni vulcanici, che in tanta copia s'incontrano alla superficie della terra. Per essi appunto la nostra Campania felice si dimostra una terra sconvolta per azioni consimili, e molte parti del Vivarese e del Velay ne sono men caratterizzati offerendo dei coni con crateri e delle vere correnti di lave.

Divisione in sistemi—Dalla maggior parte degli scrittori di Geologia si aggiungono ai terreni vulcanici due altri sistemi, denominati *trachitico*, e *basaltico*. Ne seguiremo lo studio senza rapporti di tempo, ma solo per quanto riguarda la loro origine e giacitura.

Terreni basaltici di diverse sorte.-Se ci è dato incontrare dei basalti in correnti ben determinate che si riattaccano ai

crateri, siccome abbiam notato poco fa, costituendo le lave dei coni vulcanici, s' incontra questa roccia in posizioni molto differenti. — Così ve ne sono di quelle che formano delle nappe molto estese di cui la spessezza è molto considerevole, e che costituisce dei vasti piani; altre formano delle correnti sparpagliate sopra diverse montagne che corrispondono tra di esse, e sembrano riattaccarsi le une alle altre come le parti di uno stesso tutto, rassomigliando a una grande nappa rotta e fratturata. Si trovano ancora dei basalti che formano masse isolate in mezzo ai piani, alquanto lontani da ogni formazione dello stesso genere. Finalmente s'incontrano in filoni più o meno possenti incastonati nei terreni che li riceve, elevandosi qua e là a forma di muri. Tutte queste disposizioni dei terreni basaltici s'incontrano alle volte insieme nella stessa contrada, ed anche in unione con la giacitura in correnti, siccome osservasi nel Vivarese e sulle sponde del Reno. Altre volte avviene il contrario, come nel mezzogiorno della Francia, nel Vulture presso di noi e in molte altre località, ove non offrono la menoma traccia di coni vulcanici o di correnti. In tutti i casi però la roccia principale di questa formazione presenta sensibilmente i caratteri generali dei basalti in correnti, e sembra poggiarsi indifferentemente sopra tutte le specie di terreni ed anche sulla stessa terra vegetabile, siccome venne osservato in parecchi luoghi.

Origine dei basalti.—Se i basalti si presentano in nappe offrono appunto tutti i caratteri delle lave che si sono fermate sopra dei terreni orizontali, o che hanno riempito i bassi fondi. In questo caso la parte inferiore della roccia è compatta, cristallina, e più di sovente divisa in colonne prismatiche verticali; mentrecchè la parte superiore è porosa, cellulosa, con scoria, e divisa irregolarmente, terminando in una superficie piana sensibilmente orizontale. — Questi caratteri non possono lasciare alcun dubbio sull' origine ignea di queste rocce, ma ve ne sono ancora molti altri.

Digitized by Google

Allorchè puossi pervenire sotto le nappe basaltiche, siccome avviene quando poggiano sopra i terreni mobili, si osserva quasi sempre che la parte inferiore della massa presenta una moltitudine di appendici lo quali penetrano nel terreno,ed indica essere stata una materia liquida che si è modellata nelle fenditure. I terreni stessi su' quali la roccia basaltica si è collocata si trovano soventi calcinati per una spessezza più o meno considerevole, e gli avanzi dei vegetabili che contengono sono carbonizzati.

Da tutti questi caratteri non ci rimane dubbio sull'origine delle nappe, e lave basaltiche, e bisogna credere che queste materie sieno venute alla superficie terrestre per certe fenditure, e che poi si sieno sparse sulle superficie orizontali ove finiscono.—Talche dal fin qui detto altresì rileviamo, che se mai s'incontra qualche volta delle nappe più o meno inclinate, mentre che nella loro origine hanno avuto bisogno di un suolo sensibilmente orizontale, ciò indica che posteriormente alla loro formazione sono succeduti sollevamenti ed abbassamenti nei sottoposti terreni.

Basalti in filoni.—Le mentovate rocce con tutti i caratteri che or ora abbiamo loro attribuiti si presentano frequentemente in filoni, i quali a misura della maggiore o minore grandezza possono presentarsi regolarmente divisi in prismi ovvero scoriacei, a misura che il raffreddamento è stato più lento o più forte. Di sovente questi filoni si prolungano per fino alla superficie del suolo, però sonovi dei casi in cui terminano in alto in una massa affilata, e divisa che si perde nelle rocce che essi attraversano. Una tale circostanza è molto importante, dappoichè indica positivamente che non è per l'alto in basso che la materia balsatica sia introdotta, sibbene è il risultamento di una injezione dall' interno all' esterno. E per lo stesso fatto daremo spiegazione perchè spesso si rinviene il basalte in correnti che hanno forma di strati alternanti con i depositi di sedimento, i quali talvolta essendo interrotti da profonde valli, bisogna cer-

care nei lati opposti di queste l'antica continuazione delle parti distaccate le quali facilmente si riconoscono alla corrispondenza di sito che conservano.

Basalti divisi in prismi.—I terreni basaltici sono stati per lungo tempo rimarcati atteso la tendenza delle principali rocce a dividersi in lunghi prismi le cui svariate disposizioni hanno eccitato sovente le meraviglie dei curiosi. In fatti in alcuni luoghi questi prismi convergono in una sommità a modo di edifizi Gotici; altre volte offrono dei colonnati magnifici di un aspetto pittoresco, e così di altre loro svariate forme e disposizioni.

Sono perciò da gran tempo memorabili in Irlanda le immense pittoresche valli dei Giganti ed altre simili che si osservano nel Vivarese presso Chaiavari verso Rochemaure. Finalmente alla stessa formazione bisogna rapportare quelle grotte meravigliose costituite da colonne prismatiche disposte con la più grande regolarità. La più celebre di esse è la grotta di Fingal nell'Isola di Staffa, la quale si osserva con attonita attenzione dai viaggiatori che la visitano.

Estensione relativa dei terreni basaltici.—Da ultimo le formazioni basaltiche in nappe, in filoni ec. sono molto più sparse alla superficie del globo che tutte le lave in correnti determinate, il qual fatto si attiene senza dubbio al loro modo di eiaculazione, dappoichè non è necessario di un centro vulcanico per la uscita di queste rocce, mentre l'azione interiore del globo esercitandosi da per tutto, è altresì manifesto, che per i punti di più debole resistenza si dà libero passaggio alle materie fuse sottoposte. S'incontrano questi terreni in Francia, in Irlanda, nella Scozia, e nelle Isole Ebridi in una gran quantità. L'Alemagna ce ne offre alquanto meno, mentre poi in Irlanda in quasi che tutte le isole del mare del Sud, all'Ascensione, a S. Elena costituiscono le rocce predominanti.

Della formazione trachitica.-Questi terreni non presentano solamente dei monti conici isolati, delle correnti stret-

to sulla superficie del globo, come si è notato nei precedenti, ma le materie che le costituiscono formano grandi montagne, il più sovente riunite in gruppi molto estesi costituendo delle masse elevatissime ordinariamente le più alte della contrada, e ricoperte d'asprezze; i loro fianchi sono rotti da valli e gole profonde con pendici molto inclinate, e con tutte le ciscostanze che costituiscono le alte catene. Tutti questi accidenti delle loro forme fanno eminentemente distinguere i terreni trachitici con quelli ignei precedentemente studiati, e permettono di distinguerli al primo momento, mentre poi uno studio approfondito fa riconoscere diverse relazioni coi terreni delle lave e dei basalti.

Le rocce che costituiscono la formazione trachitica sono estremamente varie, e possono essere divise sotto il rapporto della loro tessitura, in due sistemi: l'uno formato da rocce cristalline e massicce, l'altro da rocce conglomerate e mobili. Le prime formano ordinariamente le masse non stratificate e si conformano quasi sempre in montagne coniche, mentre che le seconde costituiscono degli ammassi, e gli strati ai piedi di esse montagne. In generale la più parte di queste rocce sono rimarchevoli per un'asprezza che si avverte nel toccarle, che è stato l'origine del nome che porta la specie principale, *Trachite*.

Inoltre esse sono finalmente porose, alle volte cavernose, scoriacee, pomiciose; sonovi però di quelle del tutto compatte e che presentano la struttura porfirica, frequentemente con le tinte grige, rosse, brune, e nere, sulle quali si distaccano dei cristalli bianchi di Albite e di Riacolite; ve ne sono di quelle più o meno terrose, ordinariamente con tinte chiare, e che si disegna più particolarmente sotto il nome di Domite, dappoichè il Puy-de-Doma ne vien costituito. La base di tutte queste rocce, inattaccabile dagli acidi, è albitica o riacolitica, e vien formata da una moltitudine di cristalli microscopici tramescolati, l'insieme dei quali costituisce una massa più o meno compatta. Le sostanze

che più di frequente s' incontrano disseminate in questi terreni sono l' albite in cristalli più o men grandi, la riacolite, le miche nere, l'anfibolo, e molto più di rado il pirosseno nero.

Però se la trachite è la roccia più frequente e caratteristica di questi terreni, essa passa talvolta alle varietà detta fonolite, ma che ne differisce dalla prima in ciò, per essere attaccabile dagli acidi, lasciando un residuo di riacolite. Queste rocce appunto si presentano il più sovente compatte, grigiastre, o verdastre, ed in esse le sostanze disseminate sono rare. Oltre a ciò in questi terreni sono frequenti le ossidiane, la retinite, e la perlite, variando la loro abbondanza ed i loro caratteri secondo le località. Finalmente nella formazione trachitica sono abbondanti i conglomerati di pomici, spesso mescolati a sostanze polverose, alcune volte tenacemente ammassate (tufo trachitico), altre volte incoerenti e mobili, ed in essi incontra trovare qualche deposito di lignite, e non poche impronte di foglie di piante dicotiledoni, che dimostrano certamente la parte che, almeno in alcuni casi, ha avuto l'acqua nello ammassare queste materie di origine ignea.

Origine dei terreni trachitici. — Da tutti i summentovati caratteri non vi rimane dubbio sull'origine dei terreni trachitici, mentre alcune varietà di rocce che le costituiscono rassomigliano alle trachiti di Santorino, e alle lave di Giava, e le materie vetrose di esse richiamano alla mente le lave dello stesso genere che si osservano sui fianchi dei picco di Teneriffa; e finalmente incontrandosi frequentemente dei filoni e delle nappe di trachite, spiegano sufficientemente come tutte queste materie originariamente fuse sono surte dal seno della terra attraverso degli strati consolidati, e col raffreddamento hanno acquistato quella disposizione.

Questa formazione pare che da un lato si congiunga gradatamente ai porfidi, come sembra che sia il caso della tra-

chite di Ungheria che contiene l'oro, l'argento, e l'opale nobile; dall'altro lato e superiormente si congiunge intimamente con i vulcani le cui lave sono spesso trachitiche.

Estensione geografica. La formazione trachitica è molto estesa alla superficie del globo, e costituisce nell'Alvernia il Candal, il Puy-De-dome, il Mont-Dore; si mostra alla dritta del Reno nel Siebengebirge. Essa forma dei gruppi immensi in Ungheria in Transilvania, al Caucaso, nella Grecia ove si prolunga per le isole di Milo, e d'Argentiera per fino al centro attivo di Santorino; si mostra quindi nelle isole Lipari, nella Campania, nel Vulture, nei monti Euganei. Le Acores, le isole Canarie, l'America equatoriale, il centro dell'Asia, molte delle isole adjacenti per fino a Kamtschatka le offrono egualmente molto pronunziata, e soprattutto nella grande gioaja delle Antes, ove il Chimborazzo s'innalza oltre 6000 metri sul livello del mare.

CAPITOLO V.

CONTINUAZIONE DELLE ROCCE DI ORIGINE IGNEA, DELLE DIORITI, DELLE ROCCE TRAPPICHE ED AMIGDALOIDEE, DEL SERPENTINO, E DEI PORFIDI DIVERSI.

Tutte queste rocce si distinguono per la loro tendenza a formare grandi masse non stratificate le quali si trovano generalmente sotto dei terreni Nettuniani, ovvero dei filoni e delle dighe che si rinvengono incastonate nei terreni sedimentari e sopratutto in quelli dei gruppi inferiori con i quali questi ultimi si legano in una maniera intima. Esse s'incontrano meno estese alla superficie della terra, che i terreni Nettuniani, ma pare secondo ogni probabilità che si prolungano sotto questi ultimi, ove si suppone che compongono tutta la parte inferiore della crosta del globo, Per serbare alcun' ordine nello studio di queste rocce, ci occuperemo prima di quelle che hanno una tessitura porfirica, che si credono le più recenti, e quindi di quelle che offrono una tessitura granitoidea.

Caratteri mineralogici. Le rocce comprese sotto questa divisione sono per la maggior parte formate da silicati, in vario modo mescolati, e che per gradazioni insensibili le une passano facilmente nelle altre, Sono in tal caso tutte le specie di rocce composte fanerogene con tessitura granitoide, delle quali il granito è la più comune e la più importante. A queste bisogna aggiungere quelle che hanno tessitura porfirica, come la diorite, e le numerose varietà di eurite, o sono amigdaloidee come la spilite, o infine sono omogenee, è composte essenzialmente di silice e magnesia,

come il Serpentino. In esse non è dato mai l' incontrare avanzi di esseri organici, ciocchè manifesta fondatamente la loro origine ignea. Fra i caratteri che sono altresì da notare nelle mentovate rocce, non è l' ultimo per la importanza quello della frequenza di molti minerali cristallini che in esse si rinvengono, e di copiosi filoni metalliferi che racchiudono, e s' intrecciano in mille guise, siccome appresso vedremo,

Loro giacitura e disposizioni. Riguardo poi alla giacitura, di queste rocce in generale varia moltissimo, ma però sempre vi sono tutte le apparenze che le fanno credere injettate nello stato di fusione dal seno della terra, per cui ebbero ancora nome di *terreni di spandimento.* V. Frontispizio *D.* Esse talvolta formano montagne composte da una sola massa, che non offrono indizio di stratificazione, e si estendono ad una profondità indeterminata. Altre volte attraversano i terreni di sedimento in forma di filoni, che superiormente sono terminati in cuneo, ed inferiormente non mai si sono trovati finire della stessa maniera. — Altre poi superando tutti i terreni di sedimento vengono fuora, ove mostrano le loro asprezze. I quali caratteri tutti meglio studieremo nel discorrere specialmente di ciascuna roccia.

Dioriti, rocce trappiche, ed amigdaloidee. — Queste rocce hanno molt' analogia con i basalti, presentando tutti gli andamenti di giacitura di questi ultimi. In fatti esse si trovano in filoni isolati, in nappe più o meno estese, e la loro massa è sovente divisa in colonne prismatiche, che tengono esattamente le apparenze dei colonnati basaltici. Inoltre queste materie si trovano frequentemente in filoni, che terminano in alto in un modo cuneiforme, e che nel passaggio che fanno attraverso i terreni di sedimento, si ramificano, per cui ne risulta, che le rocce che le comprendono trovansi forate dalle piccole ramificazioni. La qual cosa dimostra evidentemente che questi filoni non sono fenditure riempite dall' alto in basso, come si credeva in altri tempi,

ma bisogna considerarle come iniezioni della materia fusa spinte dal seno della terra all'esterno, con tanto di forza da penetrare nelle più piccole fessure. Di questi filoni appunto vi sono alcuni che si piegano in direzione orizontale frammettendosi nelle giunture degli strati dei terreni Nettuniani, per cui quando di essi non si scuopre il punto di partenza somigliano per la giacitura agli strati sedimentari, con i quali fanno vista di alternarsi. Il qual fatto chiaramente venne osservato a Trotternish, nell'isola di Sky.— Bisogna altresì aggiungere per completare l'analogia tra queste rocce e quelle antecedentemente studiate, che riguardo al modo di loro formazione, le dighe e i filoni trappici a simiglianza dei basaltici e delle lave ordinarie, comunicano con i filoni che attraversano tutti i terreni inferiori. Che anzi se queste analogie con le materie di origine ignea non fossero sufficienti, le ulteriori osservazioni le renderanno maggiormente manifeste. In fatti si è potuto notare che queste rocce hanno sensibilmente alterate quelle con le quali sono venute in contatto attraversandole, cosicchè se si è incontrato un deposito di carbone con qualche filone in parola, queste materie hanno perduto il loro bitume, e si sono ridotte in *coche*, siccome venne osservato a Staffordshire. Inoltre le calcaree attraversate son divenute cristalline, o saccaroidi, per fino a qualche distanza del contatto, e si trovano riempite di granato, di pirosseno, di anfibolo, d'analcime; sostanze, che esse non contenevano certamente. Questi effetti si sono osservati all'isola di Thirey, e in altre località. Sonovi dei casi in cui la materia istessa del filone attraversando diverse rocce, sembra averne subito l'influenza; ed uno dei fatti più interessanti è la conversione di un filone di trapp in serpentino, nelle porzioni superiori della sua massa che si trova incastonata nelle calcaree: la qual cosa si venne osservato a Clunie nel Porthshire. (Beudant).

Porfidi diversi, serpentino ec: Tutte le circostanze notate sulla origine, giacitura, e disposizione delle prece-

denti rocce, appartengono ancora alle magnesieche, appellate diversamente serpentini, le quali formano altresì dei filoni delle dighe e delle grandi masse isolate, intorno alle quali si osservano tutte le alterazioni di terreni che veniamo a indicare. — Le calcaree infatti che sono tramescolate con queste rocce sono tutte con tessitura saccaroide, offrendoci i più belli marmi statuari, ed i marmi brecce i più meravigliosi. Le argille scistose e i grès che alternano con queste ultime si trovano convertiti in diaspri di diverse varietà. Dippiù all' apparire dei porfidi, dei melafiri, e delle altre rocce affini, tutto si tramuta per la loro presenza. Talchè le calcaree sono trasformate in dolomite, in tal maniera che uno stesso strato vien fatto di calcarea semplice nella parte superiore, e da dolomite fenduta in mille guise da quella che si attacca alle rocce cristalline, e quello che è più sorprendente ancora si è, che gli stessi avanzi organici i quali si trovano in queste calcaree modificate, presentano i gusci istessi delle conchiglie impregnate di magnesia. Il qual fatto indica senza dubbio, che la presenza di questa sostanza nelle conchiglie, che naturalmente giammai ne tengono nella loro composizione è dovuta appunto ad un' azione posteriore, cioè alla comparsa delle rocce in esame.

Digitized by Google

CAPITOLO VI.

DELLE ROCCE GRANITICHE, LORO ORIGINE, COMPOSIZIONE, ED ESTENSIONE SULLA SUPERFICIE DELLA TERRA.

Le rocce granitiche le quali completano la formazione Plutonica offrono molto interesse per il loro studio, come che si ritiene essere le più antiche per il tempo della loro formazione, e perchè occupano una grande estensione, nel costituire la crosta del globo.

Questi terreni sono principalmente caratterizzati dal predominio del granito, e dalla tessitura granitoide, non che dalla loro disposizione in masse non stratificate. Essi sono molto sparsi alla superficie della terra, e formano dei massi considerevoli, costituendo delle catene di montagne elevate, o delle colline arrotondite le quali si presentano disgregate alla loro superficie. La poco validità e l'alterabilità di queste rocce fa si che le contrade granitiche sono svariate nelle loro forme, ed in generale poco appropriate alla coltura.

Composizione. La composizione dei terreni granitici è alquanto complicata, dappoichè indipendentemente dal vero granito, che costituisce la roccia principale, formata da feldispato, quarzo, e mica, e che è in generale la più abbondante, vi s' incontrano ancora, molti altri composti minerali ai quali si son dati nomi particolari; cosicchè se la mica scompare si ha la pegmatite, se questa sostanza è sostituita dai silicati di magnesia si ha il protogino, se la mica è rimpiazzata dall' anfibolo, si ottiene la sienite, e così di altre rocce costituite sempre da silicati anidri in vario modo mescolati, e che passano facilmente le une nelle altre

per insensibili gradazioni, ma che hanno però per loro carattere generale la *tessitura granitoide*.

Origine. Le rocce granitiche atteso la loro maniera di trovarsi injettate in tutte le specie di terreni, e per le modificazioni che hanno prodotto nelle materie che hanno attraversate o sollevate, ed infine per l'analogia che hanno con le rocce precedentemente studiate, non vi ha dubbio sulla loro origine ignea. Infatti risulta da un gran numero di osservazioni raccolte in Inghilterra da *Macculloch*, le quali in seguito sono state verificate e ripetute in molte altre località, che i graniti si comportono esattamente nella loro apparizione, come le dioriti, i porfidi, le rocce trappiche ec. trovandosi come quelle injettate nei depositi di sedimento. Queste osservazioni sono state parimenti fatte nei Pirenei, nelle Alpi della Francia, della Savoja, e della Svizzera, in Norvegia, ed in molti luoghi dell' Inghilterra, nell' America Settentrionale, ed al capo di Buonasperanza ec.

Aggiungiamo, che queste rocce come tutte le precedenti hanno esercitato delle azioni speciali su quelle che hanno attraversate, talchè le calcaree compatte, oolitiche, terrose, sono convertite in calcaree saccaroidi, nelle quali gli avanzi organici sono interamente scomparsi, ed hanno presi i più vivi e belli colori di ogni maniera, come il verde, rosso, nero, ec, e pel contatto sonosi altressì riempite di mica, di granato, e di anfibolo, e di diverse altre sostanze cristalline. Da ultimo vi sono di quelle che sono convertite in dolomiti, ed alle volte in gesso. Le diverse materie arenacee si sono tramutate in diaspri, riempendosi di diverse sostanze minerali, cristalline, e prendono infine i caratteri degli scisti talcosi, e degli gnais.

Una circostanza molto rimarchevole ed importante bisogna notare nei terreni granatici, ed è quella che abbiamo di sopra indicato, cioè la grande varietà che offrono sotto il rapporto della maniera con cui hanno resistito alle cause esteriori le quali tendono ad alterarli. Infatti le parti di queste

rocce che sono alla superficie, ed in contatto dell'atmosfera, soprattutto quelle che formano le sommità dei monti sono ordinariamente disgregabili e mobili, osservandosi la roccia divenire più coerente a misura che si profonda. Il feldispato è appunto quello che prova quest'alterazione, mentre la mica, ed il quarzo conservano i loro essenziali caratteri. Fa uopo aggiungere che le rocce granitiche le quali si presentano nelle valli sono generalmente meno alterate, e sono più coerenti di quelle che si trovano sui monti. Del rimanente queste rocce in generale sono di una solidità rimarchevole. Così in Roma, si osserva un'obelisco di granito fatto in Egitto, sono pinchè 3000 anni, e che fin d'allora è stato esposto alle ingiurie del tempo, senza aver provato una sensibile alterazione. Un tale esempio è sufficiente per rendere manifesti i vantaggi che possono ricavarne le arti dall'impiego delle rocce in esame, mentre per la loro giacitura a grandi masse permettono di rompersene dei pezzi d'illimitati volumi.

Tempo della comparsa delle rocce plutoniche in generale. L'apparizione di tutte le rocce Plutoniche dicchè abbiamo trattato in questi ultimi capitoli a giudizio comune dei più dotti Geologi sembra che siasi prolungata durante la formazione dei terreni di sedimento inferiori, detti altrimenti di transizione e secondarj, e credesi comunemente che nelle più antiche epoche si siano formate in maggior copia le rocce con tessitura granitoidea, e le porfiriche di color rosso, mentre poi in tempi posteriori le più frequenti sono state, il serpentino, la diorite, l'ofite, e quelle altre che alla tessitura porfirica congiungono il colore verde o nero, dette perciò da alcuni Geologi porfidi verdi e neri.

Fa uopo però avvertire che nello stato presente della scienza si ha per fermo che il granito il quale si tiene per la più antica delle rocce Plutoniche, e che ha incominciato a comparire dal tempo della formazione dei primi depositi di sedimento, si è nulladimeno continuato a tutte le epoche e per fino alle più recenti dei terreni terziari, siccome ha osservato il signor Col-

legno in Toscana ed all'Isola d'Elba. Non è gran tempo passato che riputavasi perfettamente anteriore alla creazione degli esseri organizzati; ma il De Buch fu il primo che lo trovò giacere sulle rocce di sedimento nelle vicinanze di Cristiania in Norvegia. Da questo tempo in poi le osservazioni si sono moltiplicate per fino a che siamo giunti all'attuale conoscenza di sua formazione e giacitura. In quanto poi alla comparsa delle rocce basaltiche, trachitiche e vulcaniche, possiamo dire che sono di formazione posteriore alle precedenti, non essendo più antiche dei terreni sopra cretacei, continuandosi a formare anche a' tempi nostri. Che se poi si voglia sapere quale fosse la posizione relativa dei terreni basaltici e trachitici, diremo, siccome le osservazioni ci rivelano, che vi sono delle località in cui le trachiti sono ricoperte da immensi depositi di basalte, ed alcune altre in cui viceversa i basalti vengono ricoperti dalle trachiti, cosicchè nello stato attuale delle conoscenze è meglio considerare queste rocce come contemporanee piuttosto che come successive, dappolchè la loro soprapposizione non è mai costante.

Digitized by Google

CAPITOLO VII.

METAMORFISMOR DEI TERRENI DI SEDIMENTO PER AZIONE DELLE ROCCE PLUTONICHE.

Dai fatti che abbiamo notati discorrendo delle azioni che esercitano le rocce di origine ignoa in contatto dei terreni sedimentari, si sono acquistate idee affatto nuove sulla origine e giacitura di terreni estesissimi, i quali in altri tempi erano avvolti in tenebre oscurissime riguardo alla loro formazione. In vero non sono molti anni che dai Geologi si è incominciato a prestare attenzione agli scisti cristallini, i quali trovandosi in molta corrispondenza con la calcarea compatta, con l'argilla, e con le diverse specie di gres fossiliferi, si è venuto a pensare che essi si siano ingenerati da queste rocce per un cambiamento cagionato pel contatto delle rocce Plutoniche surte dal seno della terra allo stato incandescente. Talchè si è conchiuso dai moderni Geologi che gli scisti cristallini tutti si siano formati per quest'azione di tramutamento, detto *metamorfismo*, fenomeno, che si adopera per spiegare una moltitudine di fatti che presentano i terreni anticamente designati sotto i nomi di *terreni primitivi* e di *terreni di transizione*. *Front. C.*

Si può credere che vi sia dell'esagorazione in queste osservazioni; tanto sembrano straordinarie;ma da quello che abbiamo antecedentemente fatto conoscere sull'azione delle rocce ignee, sui terreni sedimentari, bisognarebbe rinunziare all'evidenza per negare che vi sono delle calcaree saccaroidi, delle dolomiti, delle rocce scistose, più o meno cristalline che risultano da un cangiamento operato nelle calcaree terrose o compatte, nelle argille, e nelle sabbie ec.

formate per sedimento. Quindi non è strano il credere che in generale tutti gli scisti cristallini si siano formati per metamorfismo. Non è però da credere che questi fenomeni quantunque di recente siano stati meglio studiati ed espressi con un vocabolo solo di *metamorfismo*, nulladimeno nell'antica Geologia troviamo varî dettagli che indicano le medesime cose; che anzi tutti i fatti realmente l'appartengono, e solo la maniera di concepirli si è cambiata in seguito.

Ma se è facile cosa il comprendere i tramutamenti di struttura nei terreni per semplici azioni del calorico, non è così agevole però l'intendere, come alcune sostanze particolari abbiano potuto essere trasportate, tramescolate, e sviluppate in mezzo ai terreni che si trovano nelle vicinanze ed in contatto delle materie ignee surte dal seno della terra. Ciò non per tanto in questi ultimi tempi si dà spiegazione dell'introduzione della magnesia, di diverse maniere di silicati, dell'introduzione dell'acido solforico, nei terreni di sedimento, con paragonare questi fatti alla cementazione; essendo assai probabile che la calcarea acquisti la magnesia, e le altre mentovate sostanze eterogenee nel modo stesso che il ferro riceve il carbone, quando nelle nostre fucine lo convertiamo in acciajo; che anzi per gli esperimenti del sig. Gaudin sappiamo, che la silice, la magnesia, e la calce sono degli ossidi volatili ad alta temperatura: e con ciò daremo altresì spiegazione della maggior parte di metamorfismo ed intrusione delle materie straniere nei terreni di sedimento.

Conclusione. — Dai mentovati fatti, e da tutte le osservazioni che si sono ripetute sulla superficie del globo, riguardo alla comparsa delle rocce in esame, osservazioni che potremmo infinitamente moltiplicare, si sono rilevate queste generali conclusioni; 1. Che le rocce cristalline, le quali tutte son formate da silicati estremamente varî e mescolati tra essi, si siano prodotte per la via ignea; 2. Che a differenti epoche esse hanno dislogati, sollevati, e sconvolti tutti i terreni

di sedimento modificandone le masse in mille guise diverse; 3. Finalmente che debbesi a questi grandi fenomeni ogni disordine apparente che si osserva alla superficie del globo, e tutti i cangiamenti successivi di cui le vestigie, e gli effetti si osservano da per ogni dove.

CAPITOLO VIII.

ORIGINE DEI FILONI METALLIFERI, E DELLE VENE DIVERSE.

Avendo detto antecedentemente che tra i caratteri che sono da notare nelle rocce di origine ignea, non era ultimo quello della frequenza di molti minerali cristallini, e di molti filoni metalliferi, siamo così naturalmente condotti a discorrere sull' origine di questi ultimi, e tanto più bisogna tenerne ragionamento, dappoichè in essi si sono raccolte le prime osservazioni, ed i primi fatti della nostra scienza, siccome quelli che offerendoci le maggiori ricchezze metallurgiche sono stati cagione di penetrare nella crosta della terra, ed hanno manifestato ai minatori la maravigliosa e complicata disposizione delle rocce.

Bisogna pur dirlo, che nello stato attuale della scienza l'origine dei filoni metallici è ancora uno dei misteri tuttora lontano dall'essere spiegato in un modo soddisfacente. Da nostra parte rapportaremo in contestazione solo quei fatti, e quelle opinioni che sembrano più convenienti con la ragione, e con i fenomeni naturali ad essi analoghi.

Non è lungo tempo trascorso, che la più parte dei Geologi pensava col Werner che questi filoni erano sempre dovuti a grandi fenditure apertesi nelle masse delle rocce, o attraverso i loro strati per diverse cagioni, e che erano riempiti dall'alto in basso per effetto delle acque le quali bagnavano la superficie della terra. Se così fosse stato, potrebbesi domandare,

perchè a quelle epoche non si effettuavano fuori di queste fenditure dei depositi analoghi a quelli che si sono trovati nel loro interno. Dippiù, si potrebbe dimandare, come le acque potevano disciogliere una sì gran quantità di metalli? e ammettendo la possibilità della dissoluzione, ove queste acque superficiali trovavano le materie metalliche per discioglierle?

D' altronde si è osservato che gran parte dei filoni non hanno apertnre all' esterno, e che si trovano in maggior copia nelle rocce Plutoniche, anzicchè nelle Nettuniane. Per le quali circostanze siamo condotti a credere che i filoni siano stati riempiti come tutte le altre rocce ignee dal basso in alto, ma che invece di consistere in una massa molle la materia delle injezioni si componeva di gas, di vapori, e di altre materie analoghe a quelle che si volatilizzano, e sublimano dagli attuali Vulcani, e dai nostri fornelli di fusione, materie appunto, le quali hanno molta analogia con quelle dei filoni.

Disposizione dei filoni. — Volendo portare attenzione sulla disposizione e giacitura dei filoni, facilmente si potrà scorgere che le fenditure le quali le costituiscono, sogliono essere irregolari e divise in molti rami, offerendo in alcune circostanze una disposizione siffattamente ordinata a' strati paralleli da serbare una simmetria perfetta con i terreni di sedimento. Nell' uso dell' arte si tiene costume appellare i filoni per i minerali metallici che da essi si estraggono, quantunque non ne formino la parte abbondante. Bisogna altresì notare che uno stesso filone cambiasi per la qualità delle sue produzioni, e per la sua spessezza, secondo le diverse rocce che attraversa. Finalmente non è meno rimarchevole che in essi s' incontrano associati alcuni minerali i quali costantemente si accompagnano, talchè il solfuro di piombo va congiunto col solfuro di zinco, lo stagno ossidato col tunestato di ferro, le specie di niccolo con quelle di cobalto, i minerali di tellurio nel silicato di manganese,

il solfuro di mercurio nelle matrici carbonifere, l'oro nel quarzo, e via discorrendo.

Facilmente adunque da quanto si è detto si scorge che i filoni sono in relazione con le azioni ignee, e che si son prodotti per injezioni dall'interno all'esterno siccome abbiamo esposto dei filoni pietrosi; che anzi le due specie di filoni hanno la più grande analogia tra essi, talchè a Pongibaud gli stessi filoni sono in alcuni luoghi granitici, ed in altri metalliferi, ed in alcuni altri luoghi i filoni metalliferi accompagnano quelli porfirici, ovvero basaltici, come in Boemia, e le due sostanze si penetrano scambievolmente. In generale però rileviamo che i filoni accompagnano le grandi linee di dislogamenti della crosta terrestre, e si osserva che la presenza di essi coincide sempre con le linee diverse di dislogamenti che hanno sconvolto il globo. La qual cosa somministra un potente soccorso per la loro ricerca atteso gli usi delle industrie.

Ammassi metalliferi. — Tutto ciò che si è esposto sulla origine e giacitura dei filoni metalliferi vale detto per gli *ammassi*, i quali altro non sono che riunione di piccioli filoni sparsi in tutti i versi in alcune rocce, ovvero una disseminazione abbondante di metalli in mezzo ad una materia lapidea. Gli ammassi principali ci offrono i minerali di stagno, di rame piritoso, di ferro magnetico, i quali hanno per matrice principale i graniti, i porfidi, e le rocce magnesiache. Siano di esempio gli ammassi metalliferi di Attemberg, quello di ferro magnetico di Taberg in Isvezia, e quello famoso di Zinwald in Boemia.

Filoni Frammentari. — Da ultimo fa mestieri notare che i filoni si sono riempiti non solo per azioni ignee, e per virtù del calore, ma vi sono di quelli che trovandosi riempiti di sostanze cristalline, si effettuano per opera disoluzioni acquose; talchè non è a maravigliare se nella scuola del Verner questo solo mezzo si riputava idoneo per la spiegazione della forma cristallina che assumono le sostanze contenute nei sud-

detti filoni. Quantunque sia pur vero che le specie di minerali che troviamo riempire queste fenditure, quasi sempre siano di tal natura che noi non sappiamo produrne le simili sì bene cristallizzate con i mezzi artifiziali, nulladimeno bisogna credere che le acque le quali scorrono alla superficie della terra, penetrando attraverso i suoi strati col caricarsi di diversi principî che naturalmente scioglie via facendo, ed avvalorate da un'alta temperie, e da una forte pressione, non è da meravigliare che vadano a dare origine a delle sostanze non solubili nell'acqua ordinaria. Dal deposito delle quali sostanze cristalline si son poi costituiti i filoni in esame. Oltre a che se si consideri lo svolgimento degl'imponderabili in ogni chimica operazione, e che per la efficienza di questo imponderabile applicato sopra soluzioni acquose si è pervenuto a' tempi nostri di ottenere cristallizzato anche il rame ossidulato, i solfuri metallici, i solfati ed i carbonati a base terrosa, non sembrerà strano che l'elettricismo in altre epoche possa avere avuto parte nella formazione dei filoni metalliferi e cristallini.

Con ciò diam fine alla parte più importante della Geologia, che riguarda la genesi dei differenti terreni costituenti la crosta terrestre. Vedremo in seguito quali divisioni e caratteri speciali essi presentano, argomento, che ci terrà occupato nei venturi capitoli.

PARTE TERZA

DELLA DISPOSIZIONE, FORMA, E STRUTTURA DELLE PARTI CHE COMPONGONO LA CROSTA TERRESTRE, OVVERO DELLA GEOGNOSIA.

Nelle precedenti sezioni si è esposto quanto bisognava conoscere sulla forma generale della terra, e sui fenomeni che attualmente ne modificano la sua superficie, nonchè sulle applicazioni di questi ultimi allo studio della formazione generale dei differenti terreni. Verremo ora a trattare della disposizione, e struttura delle sue parti, tali quali si trovano in natura, considerandoli principalmente sotto il rapporto della loro forma, giacitura, e della maniera con cui si associano tra essi, non trascurando al proposito i loro caratteri mineralogici, ed i corpi organizzati che tengono sepolti. Questa parte, che è la più positiva e la più importante della scienza, vien fondata sulle osservazioni ripetute, e reiterate in tutte le regioni della terra, e va sotto il nome di *Geognosia*. Se non che è da avvertire che a questo vocabolo negli antichi tempi si sia dato una estensione eguale a quella del vocabolo Geologia, ma da noi si ritiene come si è definita in principio, cioè nel significato alquanto ristretto, e come parte della prima.

Digitized by Google

CAPITOLO PRIMO.

DELLA COMPOSIZIONE DELLA CROSTA TERRESTRE E SUE PRINCIPALI DIVISIONI

Considerazioni generali sulle parti solide del globo. — Se si porta la osservazione sulle parti solide del globo accessibili ai nostri sguardi, ed attentamente si esamina la maniera con cui sono disposte le une riguardo alle altre, immantinenti si stabiliscono delle distinzioni importanti. In vero, da tutto quanto abbiam detto negli antecedenti capitoli, e dalla osservazione istessa dei solidi costituenti il pianeta possiamo ben distinguere due specie di prodotti differentissimi tra di loro. Alcuni cioè sono formati da materie cristalline, o almeno che presentano una struttura cristallina, alcune volte isolati, e spesso mescolati, ne'quali s' incontra giammai traccia alcuna di materia organica, e il loro insieme non presenta veruna forma definita, nè disposizione determinabile, e sono di origine manifestamente ignea. Gli altri in contrario sono stati formati per sedimento delle acque e presentano una disposizione stratificata, consistenti principalmente in ciottoli rotolati, in sabbie, limo, e calcaree le quali offrono un gran numero di varietà ed in se contengono copiosi avanzi di corpi organizzati più o meno ben conservati. Le indicate due serie di rocce così distinte tra loro hanno avuto nomi diversi, dappoichè le prime, cioè quelle di origine ignea sonosi chiamate *Plutoniche*, mentre le seconde di origine acquosa si addimandano *Nettuniane*. Alle due mentovate serie possiamo aggiungere due altre divisioni, una cioè per le rocce *metamorfiche* le quali nel principio ebbero una origine acquosa, e che si sono in seguito modificate per la comparsa delle rocce ignee, siccome prece-

dentemente si è detto ; ed un'altra suddivisione delle rocce ignee, quelle cioè formate da materie cristalline o porose le quali presentano delle tracce evidenti di fusione, fusione la quale ha luogo ancora sotto i nostri occhi per azione dei vulcani. Queste ultime rocce appunto si sono appellate *vulcaniche*.

Talchè risulta da questo breve esame che le materie tutte le quali costituiscono la parte accessibile del nostro pianeta possono acconciamente essere distribuite in quattro divisioni principali ; a cui si è dato il nome complessivo di *terreni* (1) ; sebbene questo vocabolo si sia adoperato con diversi significati, ora più ampli, ed ora più ristretti, secondo i diversi scrittori e le idee predominanti dei sistemi geologici.

Questa generale divisione dei materiali che compongono la crosta terrestre rendesi visibile nel frontespizio, il quale offre un taglio ideale della scorza del globo, in cui i terreni per lo appunto sono divisi secondo la loro origine in *acquosi*, A, *metamorfici*, C, *vulcanici*, B, *Plutonici*, D.

È uopo però avvertire che ai mentovati terreni si son

---

(1) Il nome di terreno *s' impiega in senso analogo a quello* di formazione, *sebbene quest' ultima denominazione importi la conoscenza dell epoca in cui quelle masse furon depositate, e poichè sul riguardo non abbiamo idee precise, stante la incertitudine su cui stiamo ancora su tale quistione, così il primo vocabolo è diusoo più esteso nella scienza. Il suo significato poi si estende a designare non solo le grandi divisioni* o *classi, ma ancora le altre divisioni di ordini di famiglie di specie, di strati, e questa uniformità di denominazione è più conveniente con lo stato attuale della scienza, e manifesta la poca importanza che bisogna attaccare alle classificazioni, le quali non hanno altro scopo che di facilitare i mezzi di conoscere i differenti piani o l'orizzonte de' terreni ove cadono le osservazioni.*

dati nomi differenti, secondo i diversi punti di vista sotto i quali si sono risguardati: così i Plutonici sono stati chiamati ancora *terreni primitivi, antichi, ignei, cristallizzati ecc:* i secondi sonosi detti di *transizione*, *fossiliferi inferiori*, ec. I terzi si sono diversamente appellati, *terreni terziari*, *secondari*, *di sedimento*, *fossiliferi*, *stratificati*, e gli altri da ultimo hanno avuto nome, di terreni *vulcanici*, o *ignei* propriamente detti.

Dalla esposta nomenclatura è agevole il comprendere che tutti questi nomi si riattaccano ad idee teoretiche, relative, ora alla formazione di esse, ora alla giacitura, ora alla struttura. Noi però, volendo seguire una divisione la quale fosse per avventura la più semplice, e la più adatta alla intelligenza ed alla maniera di come le parti costituenti del globo si offrono ai nostri sensi, divideremo tutti quanti i terreni in due sole divisioni, cioè, in terreni *stratificati o di sedimento*, ed in terreni *non stratificati* ovvero *cristallini*, detti con altri termini nettuniani i primi, perchè formati con l'intervento dell'acqua, ed i secondi *Plutoniani*, perchè originati dal fuoco.

Queste due serie di rocce facilmente tra loro si distinguono, dappoichè le rocce di *origine ignea* sono per lo più composte di silicati, sono cristalline, e non contengono produzioni organiche, mentre quelle di *origine acquosa* sono per le più formate di calcarea o di argilla, o di aggregati che si riferiscono alle diverse specie di gres, e la loro disposizione è sempre stratificata, come avviene delle sostanze le quali sono depositate per sedimento, sia da una chimica soluzione, sia da qualunque liquido che li manteneva meccanicamente in soluzione.

Dopo questa preliminare divisione delle parti che compongono la crosta terrestre in *terreni stratificati* ed in terreni *non stratificati*, i primi presentano un'altra osservazione importante, ed è, che mentre la maggior parte de-

gli strati contengono diverse specie di avanzi di corpi organizzati fossili, altri in contrario ne sono sforniti, e questi sono sottoposti ai primi. Risulta quindi da ciò, che dei terreni stratificati alcuni sono chiamati *fossiliferi* ed altri sono appellati *non fossiliferi*. Portando in seguito maggiore attenzione sui terreni fossiliferi rilevasi, che gli strati più superficiali e recenti contengono quelle stesse specie di animali fossili, che per la maggior parte si trovano ora viventi, e che discendendo man mano agli altri strati, si incontrano fossili i quali si discostano sempre più dalle forme degli attuali viventi, e finalmente si giunge, a trovare fossili di cui non se ne conoscono affatto gli analoghi viventi, ed il tipo di organizzazione per quanto più si penetra negli strati inferiori diviene dissimile dalle attuali specie di esseri organici. Il qual fatto, che è costante e positivo è ben sufficiente, a far dividere i terreni fossiliferi in *gruppi* o *sistemi* (1), i quali corrispondono ad altrettante *formazioni* distinte effettuatesi in altrettante *epoche* o periodi di tempo. Nel seguente specchietto sono notate complessivamente le principali divisioni dei differenti terreni.

---

(1) *In una maniera generale può definirsi essere un* gruppo *il complesso ovvero l' unione di rocce o di elementi terrestri, i quali presentano qualche relazione, sia nella loro maniera di essere, sia nel modo o nell' epoca di formazione che loro si ha potuto attribuire. Il* sistema *poi corrisponde ad una parte speciale o divisione di un gruppo, che si distingue per alcuni caratteri particolari; siccome vedremo in seguito.*

SPECCHIO SISTEMATICO

DEI

DIFFERENTI TERRENI DEL GLOBO

TERRENI	Stratificati...	Non fossiliferi.	Gruppo inferiore
			Gruppo della Grauvacca
		Fossiliferi	Gruppo Carbonifero
			Gruppo del Gres Rosso.
			Gruppo Oolitico
			Gruppo Cretaceo
	Non stratificati		Gruppo Sopracretaceo.
			Gruppo Diluviano.
			Gruppo Moderno.

Gli ulteriori caratteri indispensabili per la suddivisione dei mentovati terreni in sistemi o gruppi, ed il loro studio speciale verrà fatto nei seguenti capitoli, incominciando dalla cateoria generale delle rocce di origine acquosa o di sedimento.

CAPITOLO II.

DEI TERRENI DI SEDIMENTO IN GENERALE E LORO DIVISIONI IN GRUPPI.

I terreni nettuniani i quali possiamo più facilmente studiare si offrono stratificati, e con una soprapposizione costante gli uni sugli altri, tanto che se fosse possibile di fare un taglio in una parte del globo, ove tutti s' incontrerebbero, a tal modo si avrebbe la facoltà di osservare ap-

punto la loro costante soprapposizione è la successiva disposizione di essi, tal che potremmo distinguere benissimo gli strati più antichi dai più recenti, essendo i primi sottoposti ai secondi, siccome si osserva nella Tav. VII che presenta un taglio sistematico dei terreni stratificati. Però siccome avviene in tutti i casi, in cui i terreni non si trovano riuniti in depositi di tutte le epoche, abbiamo non ostante ancora dei mezzi per conoscere il tempo di loro formazione, giovandoci appunto del paragone con altre rocce della stessa natura, per le quali si è antecedentemente determinata l'epoca in altri luoghi, dalla maniera in cui trovansi giacere e per i loro speciali caratteri, siccome or ora vedremo.

Composizione dei terreni stratificati. — I terreni stratificati, i quali occupano la più grande estensione dei nostri continenti sono costituiti principalmente da depositi di calcaree, le quali offrono immense varietà, essendo alcune compatte, altre più o meno terrose, mescolate soventi a quantità considerevoli di materie sabbionose ed argillose — Oltre a ciò s' incontrano delle rocce oolitiche le quali costituiscono strati possenti, e spesso ripetuti più volte, e separati tra di essi da altri depositi di diversa specie. Però solo in vicinanza ed in contatto di questi terreni con quelli di origine ignea e di *fusione*, essi quasi interamente si tramutano, siccome abbiam detto, e le calcaree presentano dei caratteri speciali, prendendo la struttura cristallina, e si riempiono di diverse materie minerali eterogenee alle prime per composizione.

La nomenclatura di queste rocce è varia secondo la loro posizione nella serie Geologica, e secondo la peculiare loro tessitura. Talchè si chiamano *brecce* le materie formate da frammenti angolosi, e *puddinche* quelle che son composte da frantumi arrotonditi di una certa grandezza — Appellansi *gres* le rocce costituite da calcarea le cui parti sono in piccoli grani distinti; ed allor quando le parti componenti divengono estremamente attenuati, e costituiti

in gran parte da calcarea diconsi *marne* ovvero *argille*. I gres medesimi prendono ancora diversa denominazione avuto riguardo al colore, alla tessitura, ed alla composizione, talché sono venuti i nomi di gres verdi, di gres screziato, gres rosso, e per ultimo di molasse che è un gres a grana finissima ec.

Diverse stratificazioni.—Abbiamo detto che i terreni di sedimento si presentano stratificati: or bene dicesi *stratificazione* la disposizione degli strati successivi dei differenti depositi sedimentari che sono formati gli uni dopo gli altri. In generale gli strati presentano molta varietà nella loro posizione, tanto che alcuni si offrono orizzontali, altri più o meno inclinati ed anche verticali; più alcuni sono piani, altri curvati o ripiegati a zig zag. La stratificazione orizzontale è la più naturale secondo cui le materie di trasporto si depositano sotto le acque; l'altra più o meno inclinata o curvata è il risultamento dei sollevamenti che hanno avuto luogo in diverse epoche. In tutti i casi però bisogna distinguere il grado d'inclinazione degli strati il quale può variare fino alla perpendicolare, ed ancora il punto dell'orizzonte verso il quale piegano gli strati medesimi. Queste osservazioni valgono a determinare la direzione degli strati, nonchè quella dall'azione per cui l'inclinazione fu prodotto. Tutte queste osservazioni che possiam chiamare generali sulla direzione degli strati non sono sufficienti, essendo necessario distinguere le stratificazioni relative dei differenti gruppi di depositi tra loro, la qual cosa ci conduce allo studio della *concordanza* o *discordanza dei sistemi* tra di loro. In fatti allorquando due o più sistemi di strati sono collocati l'un sull'altro conservando il loro parallelismo dicesi comunemente che essi sono con *stratificazione concordante*. In contrario allorchè l'inclinazione dei sistemi, i quali toccansi immediatamente è differente, dicesi che sono in *stratificazione sconcordante*. Tutti questi diversi accidenti che presentano i terreni nella lo-

ro stratificazione si osservano in complesso nella fig. 23. Tav. VI.

Divisione dei terreni sedimentari in gruppi—Innanzi tutto fa uopo avvertire che se nella serie delle rocce nettuniane si può determinare facilmente quali siano più antiche e quali più recenti, non è del pari agevol cosa stabilire in essa divisioni esattamente limitate e distinte le uno dalle altre; dappoichè spesso senza notevole interruzione, e per cambiamenti continui e poco valutabili si perviene man mano dalle formazioni più antiche a quelle più recenti ed anche contemporanee. Ciò nulla ostante seguendo le regole appresso esposte possiamo dividere tutti i terreni sedimentari in nove gruppi principali, i quali sono suscettibili di ulteriori divisioni del pari che potrebbero unirsi in più grandi categorie riducendoli semplicemente a queste quattro, cioè, 1.° in terreni di sedimento inferiore, 2.° in terreni di sedimento medio, 3.° in terreni di sedimento superiore, 4.° finalmente in terreni di alluvione.

Tra i mezzi che possediamo per determinare l'epoca della formazione degli svariati depositi di sedimento e la loro divisione in gruppi distinti, fra gli altri ve ne sono tre principalmente che si tengono di grandissima importanza. Il primo cioè è riposto nei particolari dei caratteri mineralogici delle rocce, il secondo, che è di maggiore rilievo, è riposto negli avanzi organici fossili che ritengono, essendo alcuni caratteristici della formazione, o dell'epoca di alcuni gruppi, ed il terzo finalmente è riposto nella concordanza e discordanza degli strati. Discorriamo separatamente dell'importanza, e dell'estensione di tutti questi caratteri in particolare.

Importanza degli avanzi organici per la classificazione dei terreni sedimentari. — Quanta sia l'importanza degli avanzi organici che in gran copia rinvengonsi nella più parte dei terreni sedimentari non è uopo dirlo, dappoichè vedremo in appresso che essi ci forniranno

mezzi per riconoscere nel laberinto intrigato degli svariati depositi quali siano le formazioni successive, e quali sono più antiche di epoca, e quali più recenti. Col loro ajuto appunto l'immortale Cuvier designava le successive rivoluzioni del nostro pianeta, e faceva distinguere nella serie dei terreni sedimentari, esservi determinati *orizzonti geognostici* che si son formati in epoche diverse. In fatti troveremo che alcuni fossili sono grandemente caratteristici e particolari di certi depositi, e che non mai sonosi mostrati in altri, talchè ben valgono come caratteri di divisione dei medesimi; siccome il loro studio speciale meglio ci farà rilevare.

Discordanza di stratificazione. — Tra i mezzi ancora utili e di grande importanza per dividere i terreni di sedimento in gruppi è senza dubbio da annoverarsi quello della discordanza di stratificazione nei depositi di sedimento; dappoichè se alcuni di essi s' incontrano con alcune parti in strati inclinati, mentre altri situati al di sopra hanno una stratificazione orizzontale, è allora ben naturale il conchiudere che i primi si siano formati anteriormente, e che si sono inclinati in tal guisa per effetto di una catastrofe ovvero per azione di terremoti o di sollevamenti per cui si disponevano a tal modo; e diciamo in contrario, che gli altri strati diversamente collocati dei primi si siano formati posteriormente, dappoichè la loro stratificazione è differente da quella dei terreni sottoposti. Rileviamo così in questi terreni due periodi di formazione ben separati per un rivolgimento che corrisponde appunto a due epoche geologiche ben distinte.

Per simili osservazioni adunque, avvalorate dalla differenza che offrono gli avanzi organici collocati nei diversi piani delle materie sedimentarie, nonchè per la natura delle rocce rotolate e frammentarie che compongono gli strati di ciottoli e di sabbia che si sono succedute, siamo noi naturalmente condotti a dividere tutta la serie dei terreni sedimentari in nove *gruppi* diversi, i quali rappresentano altrettante epoche geologiche.

Bisogna però riflettere che le divisioni tutte sono artifiziali ed offrono poco d'interesse. Da ciò avviene che i Geologici quantunque convengano nel fare presso a poco le stesse divisioni, pure per essere arbitrarie, a loro talento le ristringono, le suddividono, e danno loro de'nomi diversi secondo meglio ad essi piace: donde viene la differenza di nomenclatura adottata dai geologi, che induce mai sempre una confusione ed un imbarazzo nella mente dell'universale, se non si cercasse supplire a questo inconveniente la mercè della *sinonimia* apposta a ciascun gruppo, il quale esempio seguiremo.

CAPITOLO III.

GRUPPO DEI TERRENI STRATIFICATI INFERIORI NON FOSSILIFERI.

Sinonimia. Montagne primitive (*in parte*), Werner. — *Terrains agalysiens hipozoique*, (*in parte*). Brogniart.— *Montagne a letti* Tondi. — *Terrains hémilysiens*, *4. grupe, terrain talqueux*, d'Halloy.—*Terreni dell'ordine inferiore*, Conybeare.—*Terreni stratificati inferiori non fossiliferi*, De La Beche.—*Terrains de cristallisation* (*in parte*) Beudant.

Terreni stratificati inferiori non fossiliferi. — Nell'incominciare lo studio dei terreni stratificati daremo principio appunto alla serie da quelli che sono gli ultimi per giacitura e che sembrano essere stati i primi ed i più antichi depositi, dovuti al consolidamento superficiale della massa fusa della terra, ed al concorso delle sostanze precipitate dall'atmosfera, rimontando ad un'epoca estremamente remota. Essi hanno dovuto con ogni probabilità for-

marsi al tempo in cui l' acqua medesima ha potuto restar liquida alla superficie del globo, e gli strati inferiori hanno dovuto perciò collocarsi sulla pellicola raffreddata e dislogata del pianeta giacente sulla materia in fusione. E pare che sia ancora quistione se siamo veramente giunti a penetrare nei depositi delle primitive età, depositi, i quali senza dubbio dovettero formarsi prima di ogni essere organizzato.

Rocce predominanti. — In questo gruppo le rocce predominanti sono lo gnais, il micascisto, l' eurite, la quarzite, l' anfibolite, lo steascisto; a cui bisogna aggiungere l' oficalce, il calcescisto, il cipollino, la calcarea saccaroide, l' ampelite, e lo scisto ardesia, comunemente conosciuto sotto il nome di lavagna ecc.

L'ordine di soprapposizione degli strati dei terreni in esame non è mai ben determinato, dappoichè i numerosi accidenti che si osservano in essi, trovandosi dislogati ed inclinati non permettono di stabilire un ordine di successione secondo la loro antichità di una maniera assoluta e generale. Però quello che è più rimarchevole in questo gruppo è certamente la stratificazione delle rocce costituenti, e la loro struttura scistósa; e mentre la stratificazione si ritiene come carattere generale dei terreni sedimentari (nettuniani), nulla però di meno nei terreni in quistione non può riconoscere la stessa causa. In fatti, i gnais ed i micascisti, la cui origine sembra affatto ignea tengono altrettanta probilità, come i rimanenti terreni stratificati, ad essere di origine acquosa. Quindi sembra necessario per rischiarare l' origine di questi terreni il non dimenticare che essi appunto formano la transizione, cioè il passaggio a due ordini di cose essenzialmente tra loro diverse, e che è ben ragionevole pensare che abbiano avuto due origini diverse ed opposte fra loro, talchè ogni opinione assoluta è fallace, e vale ad impedire la scoverta del vero. Che però, poggiando sulla probabile ipotesi di una doppia origine di questi terreni, siamo condotti a credere ed a considerare come rocce ignee quelle che hanno una

struttura cristallina e che sono formate dagli stessi elementi delle rocce ignee propriamente dette; mentre quelle che hanno una tessitura scistosa e che hanno la stessa composizione delle altre rocce che si ripetono nelle formazioni acquose, risultano da simigliante origine. Quindi gli gnais i micascisti possono essere considerati come appartenenti alla prima formazione, e la stratificazione di essi pare che sia effetto piuttosto di un ondeggiamento della materia fusa consolidantesi del pianeta; laddove il marmo statuario, il cipollino, lo scisto argilloso, e tutte le varietà delle rocce calcaree cristalline, si stimano formate per la via acquosa, e che siano state modificate profondamente in vicinanza o contatto delle rocce di fusione, per azione di metamorfismo, siccome abbiamo detto antecedentemente. La formazione scistosa adunque è dovuta alle volte ai gruppi cristallini, ed alle volte ai depositi sedimentarii.

Disposizione degli strati. — L'inclinazione molto obliqua, ed alle volte quasi perpendicolare delle rocce di questo gruppo, e la stratificazione flessuosa sono eminentemente caratteristici, e tale disposizione è molto ordinaria per tutti i terreni di *transizione* o *metamorfici*, e si estende anche superiormente. Così nelle vicinanze di Manosque puossi camminare per un'ora intiera sopra strati di scisti carboniferi, e di scisti argillosi che trovansi perfettamente perpendicolari all'orizzonte. Del qual fatto rendesi ragione, siccome facemmo di sopra rilevare, parlando degli slogamenti della crosta terrestre, dal perchè questi depositi che prima dovettero essere orizzontali si sono in appresso disposti obliquamente per sollevamenti ovvero abbassamenti degli strati sotto giacenti.

Inoltre la stratificazione delle rocce di questo gruppo trovasi interrotta da frequenti dislogamenti ed attraversata da filoni di varia natura. E sono principalmente abbondanti i minerali metalliferi di rame e di piombo i quali trovansi più comunemente combinati allo zolfo, e tra i minerali di

ferro sono comuni la limonite, il ferro ossidulato, l'oligisto, il ferro solforato, e tutte queste specie incontransi in vene ed in filoni, ovvero in ammassi, o disseminati nelle rocce, siccome rilevasi dalla Tav. VII. X.

Trovansi inoltre in questi terreni delle miniere di argento, di stagno, di cobalto, come in Isvezia ed Alemagna, ed è appunto in questo gruppo che si rinvengono pure le più ricche miniere di oro e di argento dell'America. I minerali disseminati sono in essi ancora abbondantissimi; e poichè la enumerazione ci obbligherebbe ripetere intiera la nomenclatura mineralogica, citeremo tra i più preziosi i granati, le turmaline, gli epidoti, i disteni, i zirconi, ed anche la grafite ed i diamanti, la cui origine è ancora oscurissima, provenienti forse da rocce preesistenti, che si sono in seguito disfatte e tramutate per azioni metamorfiche.

Condizioni topografiche. — Le mentovate rocce formate o per azione ignea primitiva, ovvero quasi sempre per metamorfismo occupano grandi estensioni, e si trovano di frequenti ripetute in molti luoghi formando intere catene di montagne, ove si mostrano nelle loro più alte cime, mentre vengono circondate intorno da rocce più recenti che sono ad esse soprapposte. Ciocchè è meraviglioso in queste rocce è la sorprendente altezza che raggiungono, oltrepassando in alcune località oltre i 4000 metri. Così nelle Alpi il Iungfrau giunge all'altezza di 4220 metri, nella Spagna Mulhacen arriva a 3570 metri; nell'Isola di Corsica monte Rotondo a 2720 m. nella Grecia il Pinto a 2590 m., nella Lapponia il Sognefield a 2330, m. nei Carpati il Jatra a 2270 metri, e nelle Calabrie Aspromonte a 1990.

CAPITOLO IV.

GRUPPO DEI TERRENI FOSSILIFERI INFERIORI.

Sinonimia. Terreni di transizione, Werner. — *Terrains primordiaux de sediment:* Brogniart. — *Terreno dell' ordine sotto mediano*, Conybeare — *Gruppo fossilifero inferiore*, De La Beche.—*Terrains de sediment inferieurs; grupe inferieurs ou schisteux*, Lecoq.—*Terrain ardoisier*, D'Halloy.—*Cambrien*, Brudant.

Questo gruppo molto difficile ad essere determinato, rassomiglia al precedente, e ne differisce solo per la presenza degli avanzi organici, alterati in tal maniera da tornare difficile il riconoscerli, dappoichè ogni specie di forma appartenente ad essere vivente trovasi completamente scomparsa. In questo gruppo di scisti sedimentari alterati per la vicinanza delle rocce di fusione, gli strati predominanti sono essenzialmente composti di grauvacche scistose le quali passano per tutti i gradi di solidità, di splendore, e si ligano da una parte con i micascisti ed i gnais, e dall' altra parte e superiormente con la grauvacca, con tessitura grossolana con la quale trovasi interposta. Questi terreni contengono banchi più o meno spessi di quarzite di diverse varietà, che passano per insensibili gradi ai gres, e finalmente ritengono diversi strati di calcarea compatta.

Caratteri paleontologici.—Gli avanzi organici poco numerosi di questo gruppo essendo mal conservati, non ancora convenientemente sono stati studiati. Ciò nulladimeno vengono indicati alcuni fossili di ortoceratiti e di terebratule conosciute col nome generico di spirifer, ed alcune speciali for-

Digitized by Google

me di crostacei detti trilobiti, i quali ultimi non sono esclusivi di questo gruppo ed appartengono indistintamente al gruppo seguente. Gli scisti di Cornovaglia e di Galles, come le ardesie di Angera ci offrono belli esempi di trilobiti.

In questo gruppo i fossili vegetali sono anche più rari, e credesi da alcuni che non ve ne siano affatto, non avendo potuto resistere all' alta temperie delle rocce sottoposte.

Condizioni topografiche. — Le diverse rocce le quali costituiscono gli scisti fossiliferi sono più o meno aviluppate secondo le contrade ove sono osservabili. In generale esse trovansi poco sparse alla superficie di Europa e costituiscono nel loro insieme porzione di ciocchè genericamente abbiamo chiamato terreni di transizione. Nella Gran Brettagna esse formano una serie di strati che presi insieme costituiscono una massa di grandissima altezza. Nelle Ardenne questa formazione si stende dalle sorgenti della Rooer a quelle dell' Oise. Trovansi parimenti su tutta la estensione della catena dei Pirenei, nella parte meridionale delle Cevenne, nelle montagne di Forez, ed in alcuni punti dei Vosgi. Questa formazione trovasi ancora pronunziata in molti luoghi della Germania, come nell'Harz, nell'Eiffel, in Sassonia, del pari che nella Svezia, nella Norvegia, ed in altre località ove però presentasi meno abbondante.

CAPITOLO V.

GRUPPO DELLA GRAUVACCA.

Sinonimia. Montagne di transizione, Werner. — *Terrains primordiaux de sediment*, Brogniart. — *Terreno sotto mediano*, Conybeare. — *Terrain antraxifere*, D'Halloy. — *Gruppo della grauvacca e del vecchio gres rosso*, De La Beche. — *Terrain de sédiment inferieur, grupe moyen*, Lecoq. — *Gruppo siluriano e vecchio gres rosso*; Lyell. — *Terrain silurian, Terrain devonien*, Beudant.

I geologi non sono d'accordo sui limiti di questo gruppo, non presentando caratteri nettamente riconosciuti. Alcuni lo continuano per fino al *vecchio gres rosso* e ve lo comprendono, mentre altri lo terminano appunto ove questa formazione incomincia. Per ogni parte però ove esso s'incontra sembra incominciare da puddinche le quali si alternano con i gres nei quali si tramutano per insensibili gradazioni. Vengono in seguito i gres scistosi più o meno fini, gli scisti di specie diverse, e le calcaree le quali si alternano coi primi, ritenendo nel loro mezzo gli strati di antracite, per cui tale gruppo ha avuto ancora nome da parecchi geologi francesi di *terrains antraxifere*.

Caratteri mineralogici e divisione del gruppo in sistemi.—Questo gruppo essendo principalmente composto da psammite, comunemente chiamata grauvacca, da calcaree e da scisti, tali rocce offrono all'osservatore più comunemente i seguenti caratteri. La grauvacca è ordinariamente grigia, giallastra, verdastra, con macchie rossastre, e non

è raro il caso in cui gli strati di questa roccia e specialmente quelli che sogliono occupare la parte più elevata presentano un colore rosso più o meno vivo con gradazioni varie, atteso l'oligisto col quale si mescolano, da meritare il nome di *vecchio gres rosso* (old red sandstone), per distinguerlo dai *gres* dello stesso colore i quali si trovano nelle formazioni più recenti. Le grauvacche indipendentemente dalla loro intima liga con gli scisti argillosi, per insensibili gradazioni si trasformano in gres, in sabbie, in puddinghe, ed in quarzo granelloso, e può dirsi che tali rocce non sono che una serie di passaggi e gradazioni tra gli scisti ed il quarzo puro. Le puddinghe poi sono ordinariamente formate da una pasta di psammite rossastra, che ritiene dei frammenti angolosi e rotondati di diverse rocce ordinariamente quarzose, e specialmente di quarzo compatto bianco, di quarzo granelloso rossastro o grigiastro, e di ftanite nerastra; e non è raro il caso che i frammenti mentovati si trovano agglutinati gli uni con gli altri senza osservarne il cemento che li unisca. Di queste rocce l'industria si giova adoperandole nella costruzione degli alti forni di fusione, per macine di molino, e quando la grana è finissima si adoperano per le mole di arrotino per consumare l'acciajo.

Tutte queste rocce quarzose sono soventi attraversate da vene di quarzo bianco, che sperimentando una specie di rigonfiamento, lascia de' vuoti, o delle *geodi*, di cui pareti sono tappezzate di cristalli di quarzo, sia bianco, sia limpido, o variamente colorato.

Calcarea — La calcarea di questo gruppo s'incontra in strati molto variabili per spessezza, e presenta un gran numero di cavità e di caverne. Ordinariamente ha colore bigio, bigio turchiniccio che passa insensibilmente al grigio chiaro o al nero secondo che il principio colorante è più o meno abbondevole; e vi sono de'casi, sebbene raramente, in cui il colore grigio è rimpiazzato dal bianco o dal rossastro. Ciò

pare che debbasi attribuire alla presenza dell' ossido di ferro. Questa calcarea soventi svolge un odore fetido che il Bouësnel crede dipendere dall'acido idrosolforico. Ordinariamente la sua struttura è molto coerente e tenace, e la tessitura è spesso compatta, alcune volte granellosa o lamellare, ed altre volte infine è brecciforme e capace di prendere politura assai lucida: nel primo caso la frattura è concoide, negli altri è dritta, od ineguale. La calcarea di questo gruppo ritiene molte parti cristalline, alcune delle quali formano delle vene più o meno prolungate, le altre delle specie di nocciuoli o di rognoni nel cui interno vi sono dei vuoti tappezzati di cristalli; e bisogna notare che ciò succede tanto più volontieri in quanto le osservazioni cadono negli strati impuri e meno coerenti.

Questa roccia tiene molti usi economici potendo servire come eccellente pietra d'intaglio, e fornendo una gran quantità di *marmi* che sono stimati molto atteso la loro solidità. Di questi alcuni sono formati da diverse *paste* mescolate insieme, con tinta grigia, ed altri son fatti da parti grigie e parti bianche cristalline. Inoltre, alcuni marmi offrono un fondo nerastro maculato di liste bianche provvenienti da residui di animali, ciocchè in commercio si appella *piccolo granito*, ed in fine vi sono di quelli composti da una miscela di paste rossastre e grigie e di parti cristalline bianche, ed altri intieramente grigii, o neri. Da queste calcaree se ne ottengono delle calci eccellenti per uso di costruzioni, adoperandosi le prime, quelle cioè che provvengono dagli strati più puri, per le costruzioni ordinarie, e le altre ottenute dagli strati mescolati di argilla per i lavori idraulici.

Dolomiti.—In questa formazione non è raro il caso in cui il carbonato di magnesia si mescola col carbonato calcico; ed allora la calcarea ordinaria si tramuta in una dolomite, rimarchevole per la varia sua coerenza e colore, variando dallo stato arenaceo per fino a quello di una pietra tena-

cissima. Questa specie di dolomite è ordinariamente di color grigio di cenere; grigio biancastro, e contiene delle parti cristalline, e pare che in tutti i casi si leghi e congiunga con i marmi di sopra nominati *piccoli graniti*.

Scisti argillosi.—Gli scisti argillosi di questa formazione sono caratterizzati dalla tendenza che hanno a dividersi in piccoli sfogli, i quali, invece di presentarsi con tessitura scistosa per fino alle intime divisioni, come l'ardesia, in contrario sono formati da piccole masse compatte soprapposte le une alle altre, che, astrazione fatta dalla loro spessezza, possonsi considerare terminate da linee dritte: infine sono piccoli strati ammassati insieme. Il loro colore è il grigio o il giallo, e non sono rari i casi di colore rossastro, verdastro o nerastro. Vi sono di quelli che contengono delle pagliuole di mica per cui ànno un aspetto luccicante. Questa roccia, atteso la poca coerenza e la facilità ad altorarsi per le azioni meteoriche, non ha uso economico.

Antracite.—Finalmente l'antracite, che è una delle rocce più caratteristica di questa formazione, incomincia dal manifestarsi nella grauvacca; e di questa sua giacitura sono frequenti gli esempi nelle contee di Cork e di Limerick al mezzogiorno d'Irlanda; nel Devonshire; nei Vosgi; nel Massachusset ed a Newport nell'America Settentrionale. Nella calcarea poi è anche più frequente; che anzi credesi comunemente che quella deve all'antracite il suo colorito fosco, dappoichè esposta al fuoco immantinenti si scolora.

Divisione in sistemi — Quanto si è detto sulla natura delle rocce che compongono il gruppo in esame è sufficiente per farci comprendere quanto siamo lontani da poter ancora stabilire esatte divisioni di esse in sistemi ed in piani, i quali siano perfettemente applicabili alle diverse parti del globo. Non pertanto giusta le ultime osservazioni del sig. Dumont pare che quattro divisioni possansi assegnare a questo gruppo, partendo dall'alto in basso, cioè 1.° il sistema *calcareo superiore*, composto principalmente di calcarea e dolomiti;

Digitized by Google

2.° il sistema *quarzo scistoso*, composto di psammiti e di scisti; 3.° il sistema *calcareo inferiore* che tiene la stessa composizione del primo; ed in fine il 4.° sistema *quarzo scistoso inferiore* che vien formato, come il secondo, da psammite e scisti, ma che si distingue per la frequenza delle puddinghe e pel colorito rosso che vi predomina.

Tutte poi le mentovate rocce delle quali antecedentemente si sono esposti i caratteri principali, formano strati di cui l'inclinazione è varia sotto il rapporto degli angoli che formano con l'orizzonte, e presentano spesso, anche nelle regioni poco elevate, una stratificazione molto inclinata, e qualche volta verticale, donde risultano degli scoscendimenti, e delle montagne a picco; però tutti sembrano di avere una direzione assai costante che pare sofferire una flessione generale nel mezzo, costituendo a tal modo vasti bacini i cui estremi sono sconvolti e rovesciati.

Caratteri paleontologici. — I caratteri principali di questo gruppo consistono ne' suoi fossili, di cui la più parte non si rinvengono nei gruppi superiori, ovvero non si trovano se non in proporzioni assai minori. Essi sono notevoli per il loro stato di perfetta pietrificazione, e pel gran numero delle specie. In generale appartengono nella maggior parte ai polipi forniti di sostegno calcareo, detti *polipai*, agli encrinoidi, ai molluschi brachiopedi e cefalopedi, ed ad una razza speciale di crostacei detti trilobiti, la di cui famiglia, anticamente chiamata degli *entomoliti*, ci offre uno dei migliori mezzi per caratterizzare le rocce in esame, comechè non si è finora trovato di essi alcun esempio negli altri depositi superiori. Che anzi sono questi i soli crostacei che si conoscono nei primi terreni di sedimento, e poi benissimo si prestano ad essere partiti in varie divisioni generiche, delle quali le più copiose e notevoli specie e caratteristiche sono quelle del genere climene. Tav. VIII. fig. 29 *Calymene Blumenbachii*; oltre agli Asaphi, ed ai Paradossidi ec. ec.

Digitized by Google

Tra i polipai fossili sono altresì rimarchevoli in questo gruppo i generi *Alveolites*, *Favosites*, *Catenipora*, *Aulopora* e *Calumnaria*, le cui specie o appartengono esclusivamente alla formazione della quale ci occupiamo, o solo qualcheduna se ne osserva nelle prossime formazioni, mentre nessuna se ne conosce vivente. Fra i polipai fossili è mestieri osservare ancora che vi sono molte specie, le quali si possono riportare ai generi *Caryophyllia*, *Astrea*, *Retepora*, *Millepora* ecc. che voglion noverate fra i tipi più comuni delle attuali generazioni.

Oltre ai fossili mentovati, sono altresì comuni in questa formazione gli *anellidi* del genere *serpula*, le *conchiglie* del genere *spirifer*, *terebratula*, *productus*, *pecten*, *trigonia*, *cardium*, ecc. Della classe dei cefalopedi si hanno i generi Ortoceratites, *Tav. VIII. fig. 26 Ortoceras lateralis:* Clymenia, Bellerophon *Tav. IX fig. 37. Bellerophon costatus*, non che alcune specie di Nautili dei quali attualmente vivono alcuni congeneri, ed ancora quelle maravigliose forme di conchiglie dette dagli antichi corna di *Ammone* o *Ammoniti* le quali però più sono caratteristiche del gruppo susseguente Tav. VIII. fig. 24, e 25.

Siccome si è detto antecedentemente, la più parte delle mentovate specie che rinvengonsi nella grauvacca non s'incontrano che nello stato fossile, e sono cessate intersmente di esistere sul globo, e di questo numero sono principalmente le ortocratiti, gli spirifer, i pruductus, i trilobiti. Gli encriniti poi che ànno una forma sì bizzarra sono parimenti distrutti, sebbene negli ultimi tempi si è trovata vivente una specie sulle spiagge dei mari attuali.

Per quanto riguarda gli animali vertebrati in questo gruppo pare che essi siano rappresentati semplicemente da alcuni avanzi di pesci i quali si sono incontrati solamente negli strati superiori della grauvacca. In tal novero va compresa una specie di *Cephalaspis* trovata da Lyell a Glamniss nel Forfarshire (*Cephalaspis Lyellii*), notevole per la forma

simigliante ai trilobiti: più, una specie gigantesca di *Gyrolepis* trovata da Flemming nel vecchio gres rosso del Fifeshire; alcune ossa non ancora ben determinate, tra le quali hanno richiamata l'attenzione alcune spine straordinarie per grandezza, conosciute col nome di *Jctiodorolitis* i quali credonsi essere denti di pesci marini, mentre altri opinano essere stati sostegni della parte anteriore delle pinne dorsali nella specie del genere *Onchus*.

I fossili vegetabili di questo gruppo si riducono a ben poche specie che si rapportano alle alghe, alle equisetacee, alle felci, alle licopodiacee, e vanno compresi quasi tutti in quei generi che abbondano nella formazione seguente, che con diligenza verranno studiati, e descritti; sebbene fa uopo avvertire che vi sono in questo gruppo piante non ancora determinate, ma che si suppongono avvicinarsi alle Fucoidi.

In generale poi si osserva, riguardo alla distribuzione dei fossili mentovati nei diversi sistemi di questa formazione, che essi sono molto più comuni nelle rocce calcaree che nelle scistose, e meno che in queste ultime si offrono nelle rocce quarzose, che sono le più sottoposte. (Ved. D'Omalius D' Halloy elem. de Geologie p. 448 Paris, 1835).

Depositi metalliferi e disposizione degli strati. — I terreni della grauvacca sono irregolarmente disposti, e irregolarmente sconvolti, trovandosi attraversati soventi da ammassi di rocce e di materie dei terreni sottoposti che gli sconvolgimenti e le interne forze plutoniche hanno sollevato; per cui dagli antichi Geologi questa formazione dicevasi ancora di *transizione* o *intermedia*.

Questi terreni sono stati studiati nelle loro particolari giaciture principalmente dal Dumont nelle contrade tra l'Escaut e la Roer, ove occupano uno spazio considerevole, estendendosi da Tourneay ad Aix-la Chapelle, e sul quali sono edificate le città famose di Aquisgrana, di Liegi ec.; e dal Murchison negli estesi depositi di questo gruppo che si

trovano a ponente d' Inghilterra nella regione che occupa il mezzogiorno della provincia di Galles e che si estende nella Contea di Shrop e Vorchester, anticamente occupata dal regno di Siluri; percui denomina gruppo *siluriano* i terreni della grauvacca. Da questi studi speciali si è rilevato che la composizione, considerata nei particolari dei terreni, come ancora l'abbondanza o la scarsezza dei depositi metalliferi, sono grandemente vari secondo i luoghi. Ed aggiungasi che i diversi depositi che formano l'insieme del terreno sono ciascuno più o meno sviluppati secondo le contrade ove possonsi osservare. Così in Inghilterra i gres predominano maggiormente, offerendo, siccome si è detto, dei depositi immensi di spessezza (1) e di estensione nella parte meridionale del paese di Galles, e nelle vicine contrade per fino alla base dei monti Grampians. Essi vi formano appunto il vecchio gres rosso. Altrove sono abbondanti le calcare con gli scisti argillosi diversi, ovvero gli scisti cloritici, frammezzati da quarzo scistoso, siccome osservasi nel Devonshire.

Ciò chè si è detto sulle varietà degli strati che costituiscono il gruppo della grauvacca può ripetersi ancora dei depositi metalliferi che in esso abbondano piucchè nelle altre formazioni nettuniane. Questi depositi sono caratterizzati principalmente dalla presenza della limonite che i minatori chiamano *mina gialla*, in contraposto dell' oligisto che dicono *mina rossa*. Tale sostanza è di colore giallo bruno o bruno nerastro, variando molto nella coerenza dallo stato terroso per fino alla più grande tenacità. Le altre sostanze metalliche che accompagnano la limonite sono, la sperkise (*ferro solforato bianco*) la marcassite (pirite marziale), la galena, (piombo solforato), la smitsonite (carbonato di zinco); la cerussa (piombo carbonato) minerali tutti i quali

(1) *La spessezza degli strati dai geologi Francesi appellasi ancora* potenza.

vengono esplorati per uso di commercio ed industria ricavandone lo zinco ed il piombo. Questi depositi metalliferi hanno relazioni geognostiche difficili a ben determinarsi, e formano o dei filoni frammentari i quali attraversano per fino il sistema calcareo, o formano strati interposti tra la calcarea istessa e la ftanite, i quali forse non sono che filoni in forma di strati più o meno sviluppati.

Le quistioni sull' origine dei mentovati depositi metalliferi del gruppo della grauvacca pare che in un certo modo siano state risolute, e generalmente parlando, si ammette che essi non si possono considerare ingenerati per sedimento dalle soluzioni acquose al pari della calcarea che frequentemente le contiene. Imperocchè osservando la loro giacitura e le specie orittognostiche che li costituiscono, volontieri si comprende che possonsi considerare come non diversi dai filoni metalliferi esaminati nei gruppi precedenti e nei terreni cristallini formati per azione ignea; che perciò siamo indotti dalla loro similitudine ad attribuirgli ancora la stessa origine. Che se talvolta accade, come nella regione tra la Sambra e la Meuse che i filoni sono talmente interposti nelle giunture degli strati sedimentari da sembrare essi stessi stratificati, questa apparenza non li rende punto essenzialmente diversi dai filoni cristallini, potendo benissimo essere non altro che filoni i quali invece di attraversare gli strati verticalmente, si hanno fatto strada e si sono iniettati fra le giunture degli strati preesistenti allo stato di fusione. Che perciò la loro origine pare che sia la stessa dei depositi e filoni metalliferi degli altri terreni cristallini, e si debbano considerare come provvenienti dalle interne forze plutoniche, e come tali a buon diritto si debbono quindi stimare come posteriori alla formazione degli strati della grauvacca ove si trovano frapposti. E noi tanto più volontieri saremo certi della loro origine se ricorreremo alle forze metamorfiche le quali tanto influsso hanno esercitato negli strati inferiori dei primi sedimenti; dei quali fenomeni abbiamo ancora

esempi nelle rocce medesime di questo gruppo, tanto nella parte orientale delle Alpi a Salisburgo, che nei Pirenei, ed in altre località.

Origine dei depositi della grauvacca.—Qui cade pure in acconcio fare alcune riflessioni sull'origine istessa dei terreni che costituiscono il gruppo in esame; argomento alquanto malagevole e che ha richiamato sempre l'attenzione dei dotti. Da prima riflettendo sulla struttura dei vari depositi che nel loro insieme costituiscono il gruppo, si rileva che essi in gran parte si sono ingenerati per azione meccanica di trasporto mista a chimici agenti, talchè i depositi formati da frammenti tenuissimi agglutinati fra loro, con ragione si attribuiscono a trasporti di sostanze che per erosioni continue, e per sfacimenti cagionati dalle azioni meteoriche sulle rocce primitive si sono in seguito congregati, costituendo i gres, cotanto abbondanti in questo gruppo—Riguardo poi alla origine delle grandi masse di calcarea che in questo terreno incominciano a divenire abbondanti, riconosciamo, atteso la loro struttura spesse volte cristallina, un certo stato di riposo nel depositarsi degli strati, ed una certa energia nelle chimiche azioni degli elementi. Ma se si dimanda l'origine prima della calcarea stessa, diremo che varie opinioni si sono emesse più o meno probabili, ma che di positivo nulla si è finora stabilito. Alcuni in fatti pretendono che le spoglie dei polipi e dei molluschi testacei ammassate e disciolte dalle acque impregnate di acido carbonico col depositarsi hanno dato luogo alle rocce di cui è parola, quasichè i viventi che informavano quegli avanzi godessero della miracolosa virtù di tramutare i chimici elementi dell'acqua nella materia de' loro gusci. Una tale supposizione viene contraddetta dalle osservazioni, ben conoscendosi che le acque ove ospitano i polipi ed i molluschi, contengono sempre più o meno di calce carbonata disciolta, d'onde traggono gli elementi dei loro nicchi. Che se mai dopo le moderne scoverte dell'Erenberg si ricorresse alle osservazioni dalle quali chiaro risulta

che estesi depositi calcarei sono risultati dietro sperimenti microscopici venire intieramente formati da spoglie di minutissimi animali e da scheletri d'infusorii; ciò non per tanto opporremo sempre non essere questo un fatto sufficiente per darci la spiegazione dell'origine dei depositi estesissimi della calcarea in esame, che è appunto la calcarea primitiva; o di transazione; calcarea che nella maggior parte della massa non offre avanzi organici di sorta alcuna; calcarea che è ben differente da quella de' depositi più recenti ove le osservazioni sopra citate vennero fatte e non trovasi in depositi estesissimi.

Che perciò la più probabile opinione sembra esser quella che attribuisce la genesi della calcarea dei primi depositi nettuniani alle interne azioni plutoniche, ed allo sbocco di copiosissime sorgenti di acque minerali, cariche naturalmente di quegli elementi calcarei che impregnati e disciolti dall'acido carbonico, collo esalare di questo ultimo principio aeriforme nell'atmosfera, hanno a tal maniera causati quegli immensi depositi; depositi che tutto giorno vediamo effettuarsi dalle sorgenti, che sebbene in minor copia, pure nell'attuale vengono sulla superficie della terra mai sempre cariche di calce carbonata disciolta da un eccesso di acido carbonico, che esalando nell'atmosfera, è cagione di sedimenti calcarei, siccome altra volta si ebbe occasione di dire discorrendo sui fenomeni che attualmente modificano la superficie terrestre.

Relazioni topografiche. — Le rocce della grauvacca si trovano molto disteso alla superficie di Europa e costituiscono col loro insieme la più parte dei terreni detti altra volta di *transizione* nell'antica nomenclatura. Essi infatti sono abbondanti nella Brettagna e nell'Irlanda. S'incontrano su tutta l'estensione della catena dei Pirenei, nella parte meridionale delle Cevenne, nelle montagne di Forez e di Beaujolais, come anche in qualche luogo de' Vosgi. Formano inoltre tutto l'Hundsruch, l'Eeiffel, le Ardenne e la parte

meridionale del Belgio. Trovansi parimenti in diverse contrade dell'Alemagna, nella Boemia, nella Svezia, e nella Norvegia. Oltre a che negli Stati-Uniti di America, e nel Canadà si trovano ripetute le stesse formazioni, atteso la similitudine dei caratteri che le contrassegnano.

Varia poi la spessezza di questi terreni secondo la località, di maniera che talvolta giungono a maravigliosa altezza; così il vecchio gres rosso della meridionale parte del principato di Galles giunge ai 300 m. Riguardo alla elevazione sul livello del mare, i punti più elevati non si innalzano gran fatto; così nel passaggio dei Pirenei detto Turmolet che è uno dei punti più alti, non avanza i 2000 m.; i monti Harteffell nella Scozia meridionale ed il Crosfell nel Coumberland si elevano a 1000 metri; dippiù, i monti di questa formazione nella Cornovaglia giungono a 300 metri, nelle Ardenne a 480 m., finalmente nell'Irlanda a Franknevald, nell'Harz e nel cantone montuoso del distretto di Colonia chiamato Hardt giungono a 650 metri.

CAPITOLO V.

GRUPPO CARBONIFERO.

Sinonimia. Terreno secondario, Werner. — *Terreno dell'ordine medio*, Conybeare. — *Gruppo carbonifero*, De La Beche. — *Terrain houillier*, D'Halloy. — *Terrain de sediment inferieurs; grupe superieur carbonifere*, Lecoq. — *Terrain de sediment inferieurs, ou izemiens abysiique*, Brongniart. — *Gruppo carbonifero*, Lyell. — *Terrain houillier*, Beudant.

Questo gruppo di terreni è molto importante per l'industria dell'uomo, a motivo della quantità de' combustibili

che esso racchiude, nonchè de' metalli utili che vi si trovano abbondanti. In fatti il terreno carbonifero viene principalmente caratterizzato dall' abbondanza di strati di carbone che si diramano, e per la natura de' vegetabili fossili che contiene. Oltre a ciò sono caratteri importanti del gruppo in esame la disposizione in bacino degli strati i quali sono costituiti d' argilla scistosa, da psammite, e litantrace; strati che si alternano più volte e si ripetono, conservando però una stratificazione ben distinta, quantunque si mostri ondata o ripiegata ad angoli. Però giova rammentare che la presenza del litantrace in questo gruppo non è esclusiva di questa formazione mentre vedremo in seguito che essa esiste ne' gruppi seguenti, e non è affatto estranea anche nel terreno precedentemente esaminato. Oltre alle rocce mentovate che sono le più frequenti del terreno in disamina, vi s' incontrano, sebbene meno frequenti, la calcarea carbonosa, la dolomite, ed il carbonato di ferro. Ed a queste fa uopo aggiungere l'ambelite alluminiera, lo scisto bituminifero, la ftanite, le puddinche, ed altre rocce le quali possonsi considerare come mutamenti dell' argilla, e della psammite. I minerali disseminati, sebbene rari in questo groppo, pure trovansi alle volte in certa copia. Tali sono la sperchisa, la marcassite, la galena, la blenda, la siderosa, la dolerite ed altri minerali disseminati in nocciuoli, in vene, ed in piccoli ammassi.

Litantrace.—La roccia più caratteristica di questo terreno, siccome si è detto, essendo il litantrace, su di essa cade principalmente l'attenzione de'minatori, come quella che rende un'utilità sorprendente alla umana industria, e quantunque tanto utile si fosse, è non pertanto la roccia meno abbondante del gruppo, quando si paragona all'argilla, o alla psammite. Il litantrace forma strati la coi spessezza è molto variabile, incominciando da depositi sottili ed arriva per fino ad alcuni che hanno due metri di spessezza ch' è il massimo.

Essa è generalmente sfogliosa, e la sua tessitura presenta molte varietà, sicchè ora è compatta, altre volte è a piccoli sfogli tanto dilicati da mentire l'aspetto dell'oligisto laminare; finalmente trovasi terrosa, e polverulenta. Il suo colorito si presenta sempre di un nero assai fosco, spesso risplendente, raggiungendo talvolta quasi lo splendore metallico. Le sue qualità, come combustibile, sono assai variabili, essendovi delle gradazioni molto valutabili tra il litantrace *grasso* come dicono i minatori, ed il più *secco*. Le prime varietà bruciano con facilità, si accendono facilmente, e non lasciano quasi residuo alcuno; le seconde in contrario s'infiammano con difficoltà, bruciano lentamente, e lasciano un residuo abbondante di argilla ferruginosa. Oltre al numero di varietà che offre il litantrace, considerando la sua ricchezza in bitume, si tramuta esso talvolta in antracite, che si distingue dalla massa principale perchè non brucia esposta al fuoco. Altre volte il litantrace prende una tessitura fibrosa che tiene tutta l'apparenza del carbone prodotto dalle legna, sebbene non addimostri la forma di tronchi da'quali se ne potrebbe supporre la provvenienza. Molto frequentemente trovasi nel litantrace il solfuro di ferro, sia in rognoni che in dentriti, i quali minerali valgono per la loro presenza ad alterare la qualità del combustibile, che diviene allora inopportuno a molti usi economici.

Giova altresì riflettere che in generale gli strati di litantrace per altrettanto sono più grassi, ed il combustibile di migliore qualità, per quanto provvengono da mezzo ai bacini carboniferi, anzi che da'loro estremi, mentre in questi ultimi più comunemente predominano i carboni detti magri.

Rocce scistose.—Gli scisti del gruppo carbonifero sono ordinariamente grigiastri o brunastri, e divengono affatto di colorito nero, quando principalmente avvicinano gli strati di carbone. Però questo colorito si perde all'azione del fuoco;

ciò che dimostra essere intimamente provveniente della materia carbonosa. Tanto l'argilla che la psammite carbonifera si trasformano l'una nell'altra, ed hanno una grande tendenza a decomporsi per le influenze meteoriche, e si trasformano per insensibili gradi nell' ampelite e nello scisto bituminifero. Le psammiti le quali anche ordinariamente sono grigiastre, e di colore oscuro, e talvolta rossastre, contengono comunemente delle pagliuole di mica, e si trasformano soventi in scisto argilloso, e talune altre in gres. La calcarea poi che entra ancora nella formazione di questo gruppo non è che una roccia subordinata per i limiti che abbiamo fissato a questa terreno, e tiene la tessitura scistosa con colorito rossastro o bruno, ed è alle volte bituminifera ed anche argillifera.

Sideaosa. — La siderosa o carbonato di ferro che si rinviene come parte costituente questo gruppo, si offre sovente sotto forma di rognoni e di blocchi ovoidali incastonati nello scisto argilloso e nel litantrace, e se si dà caso che questi rognoni sono esposti alle influenze meteoriche, facilmente si dividono in lamine concentriche. Oltre a questa giacitura, la siderosa trovasi disposta a strati in mezzo all' argilla con la quale si confonde spesso tanto pel colorito che per l' apparenza terrosa, ed allora è ben difficile distinguerla alla semplice vista; se non che il maggior peso ne svela a natura.

Questo minerale che si scioglie con difficoltà negli acidi, e con effervescenza lentissima, e che esposto alla fiamma di riduzione lascia un residuo nero magnetico, viene adoperato ottimamente per la preparazione del ferro.

Caratteri Paleontologici. — Oltre al litantrace formato dall'accumulamento di vegetabili decomposti, il terreno carbonifero presenta un gran numero di piante che hanno conservato i loro caratteri organici, incontrandosi de' tronchi e rami disseminati nei gres, trovandosi parimenti le foglie di diverse specie che hanno lasciato le loro impronte

perfettamente negli scisti, e nelle argille. Questi avanzi vegetabili appartengono per la più parte alle equisetacee, alle felci, alle licopodiacee, alle conifere, ed a diversi generi di piante intieramente perdute, e che si ravvicinano con probabilità alle cicadee, essendo di famiglia o di classe indeterminata. Questi avanzi sono abbondanti di maniera che forniscono uno de' caratteri più rimarchevoli del gruppo in esame; talchè la flora del terreno carbonifero contiene in sè stessa molte più specie, che quelle riunite di tutti gli altri terreni, siccome si può rilevare dal seguente specchietto pubblicato dal signor Ad. Brongniart nel 1828, e che in seguito il Göppert nella flora fossile pubblicata nel 1846 l'aumentò ancora piucchè della metà.

Digitized by Google

FLORA

DEL GRUPPO CARBONIFERO

DI

ADOLFO BROGNIART

(*Prodromo dell'Istoria dei vegetabili fossili* — PARIGI 1828.)

Criptogame Vascolari	Equisetacee . .	Equisetum	2		14
		Calamites	12		
	Felci	Sphenopteris	21	specie	130
		Cyclopteris	2		
		Glossopteris	1		
		Nevropteris	11		
		Pecopteris	46		
		Lonchopteris	2		
		Odonpteris	5		
		Schizopteris	1		
		Sigillaria	41		
	Marsiliacee . . .	Sphenofillum	7		7
	Licopodiacee . .	Lycopodites	10		68
		Selaginites	2		
		Lepidodeutron	34		
		Lepidophyllum	5		
		Lepidostrobus	4		
		Cardiocarpon	5		
		Stigmaria	8		
Fanerogame Monocotiledoni	Palme	Flabellaria	1		3
		Naeggerathia	1		
		Zeugophillites	1		
	Canne	Cannophillites	1		1
	Famiglie incerte	Sternbergia	3		14
		Poacites	3		
		Trigonocarpum	5		
		Musocarpum	3		
	Piante di classe incerta	Phyllotheca	6		21
		Annularia	7		
		Asterophillites	10		
		Volkmannia	3		
			Totale		258.

Digitized by Google

Questa semplice enumerazione di piante fossili è sufficiente a far comprendere come la flora carbonifera differisce da tutte le altre che in seguito esamineremo, e tanto più si rende maravigliosa, in quanto che alla bizzarria delle forme organiche delle specie si aggiunge la gigantesca dimensione che raggiungono molti di questi vegetabili, i quali per lo più appartengono a generi di piante che vivono nelle zone equatoriali. Cresce poi la meraviglia se si consideri che i mentovati vegetabili quasi che tutti appartengono ai terreni carboniferi di Europa ed alle regioni temperate dell' America Settentrionale, eccetto quattro specie solamente le quali provvengono dall' India e dalla nuova Olanda, mentre in queste zone temperate, nell'attuale non esistono che piante erbacee ordinariamente basse e dilicate. Inoltre se vogliasi comparare la flora del terreno carbonifero con quella dell' epoca attuale, oltre alle differenze di sopra notate, rileveremmo che le piante enumerate potevano ridursi a sei tipi principali, mentre nell'epoca presente questi tipi si sono strabocchevolmente accresciuti.

Fossili animali—In quanto ai fossili animali del gruppo carbonifero sono essi generalmente meno comuni in questi terreni che i fossili vegetabili di cui si è fatta la enumerazione. Essi sono in parte marini ed in parte appartengono alle acque dolci. Tra i primi vanno noverati un gran numero d'encriniti, ed alcuni generi di molluschi i quali sono più abbondanti e caratteristici nella calcarea carbonifera, e che abbiam rinvenuti ancora nel gruppo precedente. Sono essi gli ammoniti, gli ortoceratiti (Tav. VIII, fig. 31 *Ortoceras lateralis*, idem fig. 33 *spirifer glaber*), i bellerofonti, le turritelle, gli evonfali, i pentamedi, i pettini, i mitili, le vulselle, ec. quantunque le specie sieno diverse. A questi bisogna aggiungere i pesci, i quali divengono più frequenti del gruppo precedente, ed appartengono per la maggior parte alla famiglia de' sauroidi, perchè i loro scheletri i quali giungono a straordinarie grandezze per molti carat-

teri si rassomigliano ai rettili sauri, sebbene siano veri pesci. In fatto negli strati di calcarea subordinata ai gres carboniferi nelle vicinanze di Edimburgo il Dottore Hibert ha raccolto gli avanzi di enormi pesci sauroidi i cui denti forti e striati longitudinalmente, come anche tutto il sistema osseo, rassomigliano ai rettili delle più grandi dimensioni. Oltre a che la calcarea che contiene questi esseri voraci, offre pure delle concrezioni particolari le quali si ritengono essere stati come loro escrementi, e che per tale motivo sonosi appellati *coproliti*. Altri pesci si offrono nei bacini carboniferi continentali, sia negli scisti bituminosi, come a Sarrebruck ed Autun, sia nei rognoni di carbonato di ferro (siderosa) come a Saint-Etienne. Essi appartengono a generi vicini agli sturioni che Agassiz chiama Paleoniscus, i quali però sembrano essere vissuti nelle acque dolci. Sono poi notevoli tra le produzioni di acque dolci di questi terreni alcune poche specie del genere *unio* che si rinvengono in diverse località, siccome l'unio carbonarius, ed alcuni piccoli bivalvi i quali sembrano appartenere alle cicladi, oltre a un minutissimo univalve, *microconcus* carbonarius, la cui specie si è perduta; e per ultimo alcuni piccoli entmostraci, che indicano per lo meno degli affluenti di acque dolci nel mare ove si sono formati questi particolari depositi.

Estensioni Geografiche, e relazioni topografiche del terreno carbonifero. — Il terreno carboniforo raramente si mostra alla superficie del globo per estese contrade essendo il più delle volte rinserrato in alcune specie di valli, ovvero viene ricoperto da altri terreni più recenti: esso però ordinariamente, ove si mostra allo scoperto, costituisce piccole colline allungate ricoverte da un terreno detritico argilloso poco favorevole alla coltura.

Questo gruppo offre una stratificazione più inclinata degli altri terreni, di più recente formazione, trovandosi il più delle volte degli strati piegati a zigzag, talchè uno

scavo verticale può attraversare più volte gli stessi letti. Una tale disposizione vien cagionata da quei rompimenti di cui abbiam reso ragione in altra occasione, discorrendo degli dislogamenti de' terreni in generale (Tav. VI. fig. 21). Però il più delle volte l'aspetto che prendono i terreni carboniferi, può paragonarsi a vasti bacini i quali sono rilevati ne' contorni, e depressi nel mezzo, ove conservano una stratificazione orizzontale. Questa disposizione non è sempre costante, nè bisogna mettere molta importanza alla mentovata osservazione, la quale non tiene che a circostanze particolari, proprie di alcune contrade. Quanto ciò sia vero, e quest' ordine di cose non è assolutamente costante, si rileva dalla stessa disposizione degli strati, i quali sembra che in certe località sieno stati aconvolti o disturbati dalle sotterranee emissioni di porfidi e di basalti e di altre rocce di fusione, che spesse volte si frammettono nei terreni carbonosi, e vi hanno cagionato non solo un cambiamento nella situazione degli strati con i ripetuti sollevamenti, e depressioni, ma hanno ancora alterato le stesse qualità caratteristiche delle rocce componenti il gruppo, siccome osservammo essere avvenuto nel bacino carbonifero di Arronz al Sud di Autun, ove i porfidi essendo penetrati nel gres carbonifero, e negli strati del litantrace medesimo, pel contatto, e per la vicinanza il combustibile era divenuto secco, brillante, e cavernoso, ed il gres si era indurito, e le parti feldispatiche che esso conteneva si trovano fuse.

Limiti del gruppo.—I limiti del terreno carbonifero sono difficili ad essere stabiliti, e la linea di separazione, e quasi che impossibile a tracciarsi. Il più delle volte i suoi strati sono soprapposti alla calcarea carbonifera del gruppo precedente, dalla quale non ci sono limiti ben distinti che li separi; sicchè vi sono contrade in cui i terreni carbonosi si alternano con la calcarea carbonifera, e costituiscono una formazione intermedia e di passaggio del gruppo della grau-

vacca col gruppo carbonifero. Altre volte il terreno in dissamina poggia sugli scisti cristallini, come avviene nelle contrade centrali della Francia, e talvolta ancora esso si liga con i terreni porfirici e basaltici, sebbene questa disposizione è puramente di posizione, per quello che si è di sopra detto sulla injezione delle rocce porfiriche o basaltiche attraverso i depositi sedimentarii.

In generale questa formazione prendendo complessivamente le sue diverse rocce, non raggiunge in spessezza al di là di 500 metri, e suore mantenersi poco elevata sul livello del mare; che anzi i più ricchi bacini carboniferi dell' Inghilterra si tengono per molti metri sotto al livello stesso. Questo osservasi in Europa; ma nel Perù, nelle Anti, e nella Columbia vi sono esempl che fanno giungere la sua altezza dal mare a circa 4000 metri.

Questa formazione trovasi sparsa in molte regioni del globo, sebbene non si estende per vaste contrade. L' Europa possiede numerosi depositi, e non pochi altri se ne conoscono nell' Asia, nell' America, e nell' Oceania, i quali però serbano da pertutto una certa uniformità di caratteri, che è sorprendente. I più rinomati appartengono all' Inghilterra ed al Belgio, e non meno abbondanti sono quelli della Francia, dell' Allemagna e della Siberia. Però attesochè i depositi carboniferi per la loro speciale maniera di giacitura, vengono nascosti dalle materie postevi superiormente, risulta da ciò naturalmente che in generale il terreno carbonifero occupa poca estensione alla superficie scoperta del globo. Così in Francia tutti i depositi conosciuti non formano che 1/1200 della superficie del territorio. L'Inghilterra ed il Belgio sono relativamente molto più ricchi, dappoichè nella prima di questo contrade la superficie del terreno carbonoso occupa 1/29 di quella dell'intero regno, e nella seconda 1/24. Tutti gli altri stati di Europa sono ancora molto più sforniti, essendovi di quelli, come la Svezia, la Norvegia, la Russia, l' Italia, la Grecia, i quali

Digitized by Google

sono quasi che intieramente privi di questa preziosa formazione.

Origine del gruppo carbonifero, e considerazioni che ne seguono. — Dando uno sguardo all'insieme del terreno carbonifero, siamo portati naturalmente a maravigliose considerazioni, sia che si consideri l'origine dei differenti strati che ne costituiscono il gruppo, sia che si abbia in mira l'origine de' vasti depositi di litantrace, o che infine ai porti l'attenzione sulla maravigliosa flora di questi terreni, la quale è valevole pure a rischiarare con deduzioni naturali lo stato del globo e dell'atmosfera in quel periodo solenne del nostro pianeta. Seguiremo man mano la esposizione di questi fatti.

Non vi ha dubbio alcuno che i depositi del gruppo carbonifero si sieno formati per sedimento meccanico, atteso l'alternativa degli strati di carbon fossile con quelli di arenaria carbonifera e di argilla; il qual fatto ci fa supporre un cambiamento più volte rinnovato in quei luoghi ove tali depositi si son formati, e le argille, e le arenarie indubitatamente ci portano a credere un' azione di trasporto cagionata dalle acque che le hanno depositate in vasti bacini, siccome la osservazione ci dimostra. In quanto poi ai depositi di carbon fossile i quali si trovano frammezzo alle mentovate rocce, è incontrastabile, o che essi si sono prodotti da vegetabili accumulati, i quali han dovuto vivere nello stesso luogo ove si rinvengono, o che da luoghi alquanto lontani vi sono stati trasportati. Ciò che prova una tale origine, si è la osservazione microscopica, la quale scovre gli avanzi organici nel carbon fossile simili a quelle delle torbe. Però se si è d'accordo sulla origine organica del carbone, non lo si è egualmente sul modo di sua accumulazione, a qual fine si offrono due ipotesi diverse. Alcuni pretendono che tutti i depositi di carbone sieno il risultato dell'infossamento di grandi avanzi di piante trasportate per i fiumi, o per correnti marittime, ed ammassati così nei differenti bacini ove ora si

rinvengono. Altri credono in contrario che la più parte degli strati di litantrace si sieno formati come le torbe, sul luogo medesimo ove crescevano i vegetabili, nelle depressioni paludose di un suolo scoverto, dove solamente i ruscelli potevano apportarvi gli avanzi de' vegetabili circostanti. La prima ipotesi vien contrariata dalla integrità colla quale si conservano le parti più dilicate delle foglioline, il loro stato di espansione completa in cui si rinvengono sugli scisti, la loro situazione orizzontale al piano degli strati, ed altre simili circostanze; le quali tutte concordemente ci attestano che i mentovati depositi non han potuto essere trasportati da contrade lontane, nè hanno subìto movimenti molto agitati e violenti; tanto più che vi sono esempi in cui i tronchi di piante si rinvengono verticali, e ben conservati al pari che le foglie nella stessa posizione ove crebbero. Che però, atteso le surriferite circostanze, l'idea della formazione del carbone analoga a quella delle torbe non presentando le stesse difficoltà, acquista a tal modo maggior sostegno preso i dotti, poichè non esige che il solo tempo alquanto lungo per depositarsi, condizione necessaria per l'accumulamento de'materiali organici vegetabili. E tanto più volentieri questa opinione sull'origine degli strati di carbone acquista certezza, in quanto che la vegetazione di quell'epoca era affatto straordinaria, sia pel numero, che per la natura delle specie dei vegetabili, sia per le speciali condizioni dell'atmosfera e della temperatura della terra, siccome man mano andremo esaminando.

In vero precedentemente abbiam visto con Adolfo Brongnart la enumerazione delle specie che si contengono in questa formazione che si porta ad un numero straordinario, e sono tutte piante che paragonate con quelle delle attuali flore del globo risultano affatto diverse per tipi e per grandezze, e si sviluppavano con rapidità sotto l'influsso di circostanze favorevoli.

Abbiamo in fatti dalle sue osservazioni riconosciuto che di 258 specie osservate nel deposito carbonifero 219 apparten-

gono alle criptogame vascolari, diciotto allo fanerogame monocotiledoni, e sebbene non si è potuto ancora determinare la classe di ventuno altre specie, sembrano però avvicinarsi alle due mentovate; talchè si deduce che la classe delle fanerogame dicotiledoni la quale attualmente compone più di tre quinti de' vegetabili viventi, non esisteva a quell'epoca remota, mentre poi le criptogame vascolari, le quali costituiscono un trentesimo della vegetazione attuale, costituivano por sè solo i cinque sesti della flora carbonifera.

L' altra osservazione importante da farsi è la seguente, che, mentre ora le criptogame vascolari, le quali vivono tuttora nelle nostre zone temperate sono in generale piante basse, e striscianti, quelle del terreno carbonifero si distinguono per i loro cauli di straordinaria grandezza. In fine conosciamo che attualmente la specie delle criptogame vascolari sono in proporzione delle fanerogame più numerose nelle regioni intertropicali che nelle temperate, e tra le stesse regioni intertropicali più numerose nelle isole che nei continenti; cosicchè in Europa, nella zona temperata, le prime sono alle seconde nella proporzione di uno a quaranta, nei continenti intertropicali stanno come uno a venti, o uno a ventisei; nelle Antille si offrono come uno a dieci; nelle Isole sparse nell'Oceano pacifico si presentano come uno a quattro, ed in alcune altre infine, come all' Ascensione, si trovano in uguale proporzione. Le quali osservazioni tutte poste a calcolo ci fanno credere, che i luoghi ove troviamo i depositi di carbon fossile, quantunque ora sieno diversi per temperatura, dovevano avere lo stesso clima, e forse più caldo di quello che ora esiste nella zona torrida, e che infine quelle terre dovevano costituire nomerose isole sparse in un grande Oceano. E noi tanto più volentieri siamo indotti a dire ciò con certezza, in quanto che da per tutto si osserva una similitudine di vegetabili fossili nella formazione carbonosa, siccome si è rilevato da' piccoli saggi tolti dai depositi della

Digitized by Google

zona temperata, e della zona torrida. Così si è rilevato che la maggior parte delle specie scoperte nell'America Settentrionale sono identiche a quelle di Europa, appartenendo tutte agli stessi generi; e quantunque non ancora possediamo estese conoscenze riguardo ai fossili delle regioni equinoziali ed australi, pure dalle poche specie osservate provvenienti dalla nuova Olanda, dall' India, e dall' America Meridionale, e dall' isole dell' Oceania si rileva che appartengono alle stesse famiglie, e sono simili a quelle che si trovano abbondantemente nelle miniere dell' Inghilterra, del Belgio, della Boemia, della Francia, e degli altri stati di Europa. La qual cosa dimostra che la temperatura della superficie della terra nell' epoca della formazione corbonifera doveva essere dappertutto uniforme; e per le esposte osservazioni probabilmente la temperatura di quell' epoca doveva essere uguale alla cifra media di temperatura attuale della zona tropicale, cioè di ventuno gradi centigradi.

Questi ravvicinamenti poi ci portano a credere che non solamente le nostre contrade all' epoca della formazione carbonifera avevano una più elevata temperatura di quel che godono attualmente, ma che invece di appartenere a grandi continenti, componevano isole molto estese in mezzo ad un vasto Oceano; conseguenza che riceve sempre più novella confirma dalla mancanza di avanzi di animali terrestri. Imperciocchè quando non si aveva che un vasto Oceano disseminato di isole basse, le quali frequentemente dovevano essere inondate, e che il calore del globo aggiungeva a quelli accedenti potenti motivi d' umidità, la natura vivente non poteva ancora avere adottate le forme che le son divenute proprie nelle epoche posteriori sui nostri continenti—E queste circostanze vengono ancora in appoggio della ipotesi fondamentale della scienza geologica da noi adottata, perchè l'alta temperatura della superficie del globo a quest'epoca remota diviene una pruova del suo calore primitivo, e la mancanza de' grandi continenti dimostra, come ab-

Digitized by Google

biam fatto osservare, che le montagne non sono state formate se non per sollevamenti successivi dal seno dei mari.

Lo studio diligente sulla formazione carbonosa e sulla sua flora fossile ci mena ancora a conclusioni interessantissime sulla natura dell' atmosfera di quegli antichi tempi. Infatti giova riflettere che la straordinaria vegetazione di che abbonda il terreno carbonifero, è provvenuta non solo dalle circostanze favorevoli di clima, siccome abbiamo detto, ma essa è dovuta nella maggior parte alla speciale condizione dell' atmosfera di quell'epoca che in sè teneva una copia grandissima di acido carbonico, il quale sembra avere esercitato il più grande influsso a far prosperare la rigogliosa vegetazione di quelle colossali piante, che in seguito sepolte preparavano le masse tanto importanti di carbon fossile. E questa ipotesi ingegnosa colla quale si rende spiegazione dell' immensa quantità di carbone che si è fissato nella crosta solida del globo, spiega ancora molti fenomeni dell'istoria genetica del nostro pianeta. È invero maravigliosa l'immensa quantità di carbone lasciata dalle piante fossili all' epoca della formazione carbonifera, nè possiamo supporre altra sorgente donde l' abbiano potuto rilevare se non dall' aria atmosferica, la quale conteneva in quei primi tempi una proporzione di acido carbonico molto più forte di quella che a dì nostri contiene; e tanto più una tale opinione acquista maggiore sostegno; in quanto che l' acido carbonico favorisce la vegetazione delle piante con alimentarle. Si sa infatti dagli esperimenti di Teodoro De Sausurre che la proporzione di acido carbonico che contiene la nostra atmosfera, è attualmente ben lungi d'essere la più favorevole alla vita de' vegetabili, e che una quantità molto più considerevole come di 2, di 3, per fino agli 8 per cento di questo principio, rende più attiva la vegetazione, allorchè le piante sono esposte all'influsso del sole. Non è adunque meraviglia che una proporzione d' acido carbonico più considerevole di quella che esiste attualmente nell'atmosfera, dovova rendere la vita de' vegetabili più attiva, e più indipendente da un

suolo ancora sterile e poco carico di terriccio, permettendo in tal guisa a quelle gigantesche felci, licopoidacee ed equisetacee di vivere quasi unicamente a spese dell' atmosfera, che forse loro somministrava quasi per intero l' alimento.

D' altra parte queste osservazioni sono meglio raffermate dalla mancanza di animali terrestri i quali certamente non potevano vivere ad un' epoca in cui l'atmosfera conteneva una proporzione di acido carbonico che non permetteva la respirazione aerea di che abbisognano i mammiferi, gli uccelli ed i rettili ancora. E per ultimo questa ipotesi sembra consentanea con ciò che antecedentemente abbiam detto sull' origine della calcarea carbonifera, la quale ha dovuto la sua genesi, secondo l'opinione che oggi è generalmente ricevuta, a copiosissime sorgenti di acido carbonico, il quale col disperdersi nell' atmosfera fin da quell'epoca è stato cagione di sedimenti calcarei, come di far prosperare la vita de' vegetabili, tanto più che in appresso vedremo agli estesi depositi calcarei succedere sempre rigogliosa la vegetazione.

Vi sarebbero altri fatti i quali ancora chiamano l'attenzione dei Geologi, e che riguardano i terreni carboniferi, come a dire la disposizione più volte ripetuta degli strati di carbone, di argilla, e d'arenaria che in alcune località con lo stesso ordine e simmetria si rinvengono. Come pure vi sono de'luoghi in cui insieme sono tramescolati e soprapposti successivamente depositi marini, terrestri, e di acque dolci, siccome osservasi nel York shire a Schreusbury ed in altre località; i quali fatti tutti si spiegano con le solite teoriche di successivi innalzamenti ed abbassamenti del suolo, per i trasporti che sogliono provvenire dagli accrescimenti e dalle piene di grandi fiumi, e per tutti quei fenomeni che in quell'epoca succedevano in grande, e che sebbene in piccole proporzioni succedano a dì nostri, valgono non per tanto a modificare tuttavia la superficie di nostra terra.

Digitized by Google

CAPITOLO VII.

GRUPPO DEL GRES ROSSO.

Sinonimia. Montagne secondarie, Werner.—*Terreno dell'ordine sopra mediano*, Conybeare.—*Gruppo del gres rosso*, De La Beche. — *Terrains ammoneens, triassique, et pénenéen*, D Halloy. — *Terrains di sèdiment moyens; grupe du grès rouge et du grès bigarré*, Lecoq.— *Gruppo del nuovo gres rosso*, Lyell. — *Terrain pénéen, terrain de trias, ec.* Beudant.

Il gruppo del nuovo gres rosso, detto altrimenti terreno triassico o peneano, occupa nella serie geologica un posto immediatamente dopo i terreni carboniferi. Esso comprende, andando dalla parte inferiore alla parte superiore, cinque *piani* o *sistemi*, formati il 1.° da un conglomerato rosso: 2.° dalla calcarea alpina: 3.° dal gres screziato: 4.° dal muschelkalk: 5.° dalle marne screziate. Tav. VII—6.° Questa divisione è sufficiente a fare intendere quanto sia complicato il gruppo che prendiamo in esame, sia per le diverse rocce che lo compongono, sia per i caratteri paleontologici i quali lo avvicinano alla formazione antecedente ed a quella che segue, ed anche perchè ciascuna divisione di questo gruppo varia ancora secondo i luoghi, trovandosi diversamente costituiti e disposti. Però seguendo la enunciata partizione ne faremo man mano e con chiarezza la esposizione delle sue diverse parti.

Caratteri mineralogici. Questo gruppo non essendo perfettamente limitato il conglomerato rosso che è il deposito inferiore contiene frammenti del terreno carbonifero, mentre le marne

screziate che lo limitano superiormente si confondono in alcune località, come nelle vicinanze di Loz le-Saulunier, col sistema del lias che fa parte del gruppo oolitico che gli è soprapposto.

In generale però le rocce più abbondanti di questo gruppo sono l'arenaria, la calcarea compatta, e le marne, le quali variano, o sono diversamente appellate secondo il posto che occupano nella serie de'sistemi enunciati. Meno frequenti sono la dolomite, il gesso, l'oolite, il salgemma, la karstenite, la limonite, ed il litantrace.

1. *Gres Rosso.* — Il gres rosso detto altrimenti *psefite rossastra*, o toadtliegente, si presenta sotto l'aspetto di un conglomerato generalmente di color rosso che contiene sovente de'frammenti angolosi di rocce sulle quali esso riposa, od offre tutte le gradazioni tra l'arenaria, le puddinghe, e le brecce. I frammenti che esso contiene sono il più sovente trappi, i porfidi, ed altre volte il quarzo, il granito, e gli scisti cristallini, talchè se non si avesse in mira la sua giacitura, ed altre condizioni geologiche, potrebbe benissimo confondersi col vecchio gres rosso. La sua spessozza totale è stata valutata a 152 metri.

2. *Calcarea Alpina.* — La calcarea alpina, o *calcarea magnesiaca*, (zechstein degli Alemanni) così detta perchè si rinviene nelle alpi del Tirolo e della Baviera, è di colore grigiastro, compatta, a frattura concoide, contiene degli strati differenti gli uni dagli altri, e che variano secondo le località. Nell'Artz e in Franconia è formata da uno scisto ramifero, *Kupfer schiefer*, da calcarea fetida, *stinkstein*, di una marna friabile detta *asche*. Nel Nord dell'Inghilterra la calcarea alpina è rappresentata da una calcarea magnesiaca che si divide in molti strati, i quali sono uno scisto marnoso che corrisponde allo scisto ramifero dell'Allemagna, una calcarea magnesiaca gialla, della marna rossa, dello gesso, ed una calcarea in strati sottili che rappresenta gli altri strati (Boudrimont). Gli avanzi di corpi organici che si rinvengono nel zecstein so-

no numerosi, e di già incominciano a comparirvi i rettili. La enumerazione di essi, almeno dei più principali generi, è la seguente.

Fra i vegetabili fossili si rinvengono molte specie dell'ordine delle alghe che Brongniart raccoglie sotto la denominazione generica di fucoides, delle quali di già si è trovato qualche indizio nella granvacca (sia di esempio, il fucoides digitatus Brng) nello scisto ramifero di Eisleben, ed alcune specie di piante della famiglia delle conifere, gen. cupressus. Tra i zoofiti si rinvengono specie dei generi retepora, calamapora. Dei radiari i generi cyhatocrinites, encrinites, e molti generi di crinoidi indeterminati. Tra i molluschi si rinvengono i generi productus, spirifer, terebratula, axinus, arca, cocullea, avicula, mitylus, unio, pecten. ec. I pesci sono rappresentati dai generi paleothrissnm, paeleoniscum, stromateus, clupea, chaetodon, ed i rettili affini ai monitor.

Però i fossili più caratteristici di questa roccia e più rimarchevoli, ed i quali non si offrono più in altra formazione posteriore, sono quelli del genere productus; esempio productus aculeatus Sclotthein (Tav. IX fig. 38), il productus calvus Sovvervich nel zechstein di. Humbleton, non che lo spirifer undulatus, di Goldffus (Tav. IX fig. 37); più le specie del genere paeleoniscum, es: pal: freieslebenze, nello scisto ramifero di Eisleben — Oltre ai mentovati fossili, servono a distinguere questo sistema dalla formazione carbonifera alcune ossa di rettili affini ai monitor ed alle ignane che sono stati appellati paleosauri, tecodontosauri, i quali sono i primi animali di cui rinveniamo gli avanzi, e che hanno avuto bisogno della respirazione dell' aria libera. La spessezza totale della calcarea alpina è di 152 metri.

3.° *Gres Screziati.*—Il gres screziato o arenaria screziata, (neuvv-vedsantstone) o nuovo gres rosso, presenta un aspetto vario; altre volte è in massa amorfa a grani fini; altre volte contiene della mica e prende una struttura scistosa;

alle volte infine contiene de' frammenti di quarzo che gli dà l' aspetto di un conglomerato. Il suo coloro è generalmente rosso, ma trovasi similmente, bianco, verdastro, e bigio. Il gres micaceo si trova alla parte superiore e contiene comunemente il gesso e la dolomite. Questo deposito è molto sviluppato sul versante orientale dei Vosgi; perciò venne anche appellato *gres des vosgès;* e nello Schwarzwald, sebbene si conosca in altro località, come in Inghilterra.

Trovansi in questo sistema dei fossili vegetabili, fra' quali distinguonsi gli equiseti, le calamite, le anomopteri, le novropteri, le sfenopteri, le voltzie, come pure tra i molluschi si contano i generi *plagiostoma, avicula, mitylus, trigonia, mya, natica, turritella, e buccinum.*

La spessezza del gres sereziato si calcola giungere a 91 metri.

4. *Calcarea Conchiglifera.* La calcarea conchiglifera, (muschelcalk) è in generale compatta, grigiastra, verdastra, o giallastra, o maculata di queste due tinte; trovasi collocata fra i depositi precedenti; alterna in alto con le marne del sistema seguente che la ricuoprono. Essa è spesso magnesifera, e contiene un gran numero di conchiglie, e di fossili numerosi, di cui le più caratteristiche sono tra le conchiglie, *l'ammonites nodosus*, (Tav. VIII Fig. 31), l'*avicula socialis*, la *possidonia minuta*, e fra le encriniti, la specie *moniliformis* è la più caratteristica. In questo deposito appunto per la prima volta si mostrano le *trigonie*, le cui specie numerose divengono abbondanti, e si succedono per fino al deposito cretaceo. Gli altri fossili appartengono ai generi seguenti: tra i vegetabili, noteremo un *moropteris*, un *mantellia*; tra i zoofiti l'*astrea pediculata*, dei radiari, dello serpole e dei molluschi, i gen. terebratula, Ostrea, *Pecten*, *Plagiostoma Avicula*, *Mytilus*, Trigonia, Cardium, Buccinum, Nutilus, Ammonites. S'incontrano ancora i denti di squali, o gli avanzi d' ictiosauri e plesiosauri, di cheloni, ed altri rettili, sebbene non ancora perfettamente determinati.

Questo sistema in Europa trovasi abbondantemente sparso in Lorena, sulla riva dritta del Reno, e si prolunga in Alemagna. La maggior sua spessezza è di circa 90 metri.

Marne screziate—Le marne screziate (*Keuper*) *marne irisees*) sono compatte, di color rosso o bigie, ed ancora bianche, violacee, e verdi. Esse contengono il gesso ed il sal gemma nella loro parte inferiore, non che la calcarea magnesifera, la quale vi forma talvolta non solo qualche strato di colore giallo-sudicio che passa al bigio, ma s'incontra nella composizione stessa delle marne le quali non di raro contengono maggior quantità di carbonato di magnesia anzi che carbonato di calce. In questo sistema parimenti è dato incontrare il litantrace ed il gres verso il mezzo della sua spessezza, con tale particolarità che esso è d'ordinario tramescolato a sostanze terroso, ed è meno ricco di bitume di quello che abbiamo esaminato nel precedente gruppo, avvicinandosi per i suoi caratteri piuttosto alla lignite. Nè solo nelle marne screziate esso s'incontra; ma piuttosto è appunto in questo sistema più abbondante, mentre trovansi tracce anche in tutti i sistemi precedenti del gruppo in parola.

Nella parte superiore le marne screziate si confondono alle volte con i gres del lias che fanno parte del gruppo seguente, o la loro spessezza non oltrepassa i 152 metri.

Caratteri paleontologici del gruppo in generale. — I fossili che si sono incontrati in questo gruppo, in generale sono meno abbondanti nei sistemi inferiori che nei superiori; talchè i primi si chiamavano diversamente *terreni penéani*, quasi *poveri*, per indicare la poca frequenza dei fossili, mentre i depositi superiori si sono appellati *triassici*, ed in essi gli avanzi organici sono più abbondanti; siccome abbiamo esaminato. Intanto passando in rivista generale i fossili di tutta questa formazione, noteremo tra le equisetacee il gen. equisetum o calamites, delle felci i gen. pecopteris, filicites, pterophillum, le cui specie sono affatto diverse da quelle dei terreni carboniferi: esem,

Digitized by Google

Equisetum columnare *Ad. Brogn.* nella arenaria delle marne screziate di Stuttgard; Calamites arenarius Iager, nelle marne screziate di Fantasia presso Bayreuth; Nevropteris elegans Ad. Brong. idem; Licopodites phlegmarioides Ad. Brong. nelle marne screziate di Coburg; Taeniopteris vittata Ad. Brong. da Stuttgard e da Wurzburg. ec. ec. Però le piante più caratteristiche di questo sistema sono alcune specie dei generi *Nilsonia* e *Voltzia;* Esem. Nilsonia speciosa, nelle marne screziate di Beyreuth, e la Voltzia brevifolia Ad. Brong. provveniente da Soultz-les bains, delle quali specie la prima appartiene alla famiglia delle *cycadee*, la seconda alle *conifere*.

Tra i fossili animali si distinguono in questo terreno molte specie di grandi rettili sauri che si sono trovati parte a Lunevill, altri nel Wurtemberg, e nel paese di Barent, provvenienti da Jena, da Sulz e Rudersdorf. Essi sono stati chiamati fitosauri, dracosauri, notosauri, teleosauri. Oltre a ciò in questi ultimi sistemi si son rinvenuti gli avanzi di pesci, come le squame del *Gyroletis Alberti*, ed alcuni denti del *placodus gigae*. Sono altresì maravigliosi in questa formazione alcune impressioni che si sono per la prima volta trovate di piedi di quadrupedi, di uccelli, ed anche di testugini, le quali non erano comparse nell'epoca precedente, e che si trovano nell' arenaria screziata. La loro scoperta fu fatta per la prima volta ad' Ehsberg vicino Hildburghausen in Sassonia sulle facce di separazione di alcuni strati di gres. Esse attestano l'esistenza di animali mammiferi secondo Kaupp; ma il signor Ovven li considera come enormi batracciani, de' quali ultimamente ne dava la ristorazione. Oltre a ciò nello stesso gruppo ed in cinque diversi luoghi sopra un' estensione di circa trenta miglia in una valle del Connecticut negli Stati Uniti di America, in un deposito della stessa natura si sono trovate più specie d' impressioni di piedi di uccelli le quali sono diverso tra loro per grandezza e per forma. Esse s' incontrano regolarmente disposte da in-

dicare un cammino simmetrico di un uccello. I Geologi hanno chiamato *ornitiniti* quegli uccelli i quali si stima aver prodotto tali impressioni, ed han creduto che essi fossero analoghi a quelli che abitano ora le spiagge; da Linneo appellate *gralle*, atteso le dita non palmate al numero di tre, e perchè la lunghezza del passo addita che dovevano tenere le gambe molto lunghe. Se ne conoscono pure altre impressioni le quali però non sono sufficienti a fare stabilir generi di animali che le hanno prodotte. Quello che vi ha di certo, è questo che nei depositi degli ultimi sistemi del gruppo in disamina non si sono trovate ossa, nè di mammiferi, nè di uccelli; e solo negli ultimi tempi venne dato d'incontrare una testugine marina nella calcarea conchiglifera di Luneville, il cui scudo aveva l'enorme lunghezza di due metri. Gli altri animali fossili appartenenti ai radiari, ai molluschi ec., sono quegli stessi notati nei differenti sistemi.

Relazioni topografiche, ed estensione geografica del gruppo — Questo gruppo non si mostra con la stessa composizione nelle diverse regioni ove incontrasi; ma ora è più semplice, e nella sua composizione non offre che poche serie di strati di marne e di arenarie nelle quali non si può ravvisare nettamente una divisione sistematica, e talvolta in altri luoghi si presenta questa formazione molto svariata con tutti i particolari di sua composizione, siccome principalmente osservasi nella Turincia, nella Lorena, nella Svezia, nella Baviera. Nell'America meridionale poi e nel Messico le arenarie ed i conglomerati di questa gruppo occupano estensioni grandissime secondo le osservazioni del Humboldt, mentre in altre regioni alcune rocce dei diversi sistemi mancano e vengono sostituite da altre.

Inoltre, riguardo alla giacitura, le rocce di questo gruppo per lo più riposano sopra i terreni carbonosi con i quali spesso hanno una concordante stratificazione, siccome osservasi nella Turingia soprattutto, ove per caratteri insensi-

bili le rocce del sistema carbonifero seguitano con quella della formazione peneana. Lo stesso osservasi a Sedgvich in Inghilterra. Però il più delle volte la stratificazione di questo gruppo è discordante con quella dei terreni carboniferi, ciò che è dato osservare in molte località. Non è raro incontrare che questi terreni riposano sulle stesse rocce primordiali, e questa congiunzione è stata distintamente marcata con i terreni porfirici, come in Toringia, ove i banchi di porfidi e di spilite trovansi incastonati nel gres rosso (todhtliegende), la qual cosa ripetesi col granito, e con l'altre rocce di origine ignea.

La spessezza totale del gruppo del gres rosso è di 638 metri. L'altezza che raggiunge sul livello del mare è di 1170 metri, siccome osservasi ad Hornsgrin nella Foresta nera, e nel Donon nei Vosgi il quale raggiunge i 1010 metri di altezza.

Il gruppo del gres rosso è stato riconosciuto ne' Vosgi in Alemagna, in Inghilterra, nel Messico e nella Giammaica.

È ben difficile rendersi ragione della formazione del gruppo del gres rosso; e secondo ogni calcolo esso ha dovuto essere segnalato da rompimenti di strati, e da correnti d'acqua di tale violenza da poter trasportare dei blocchi di porfidi del peso di mille chilogrammi, come sembra risultare dall'osservazione fatta sul versante occidentale di Little, Holdon Hil. Qualunque però ne sia l'origine, esso ha incominciato a livellare i terreni sottogiacenti con depositarsi nelle loro anfrattuosità ed ineguaglianze.

Digitized by Google

CAPITOLO VIII.

GRUPPO OOLITICO.

Sinonimia. Montagne secondarie, Werner. — *Terreno dell' ordine sopra mediano*, Conybeare. — *Terrains de sédiment moyens o izemiens pelagiques*, Brongiart. — *Gruppo oolitico*, De La Beche. — *Terrains ammoniens, jurassique et liasique*, D' Halloy. — *Gruppo dell' oolite e del Lias*, Lyell. — *Terrain jurassique*, Beudant.

Il gruppo oolitico, altrimenti appellato terreno giurassico, dappoichè le montagne del Giura che ne sono costituite hanno servito da elementi di comparazione, occupa una estensione considerevole in Francia, in Inghilterra, e in Allemagna e in tutte le parti del globo. Esso componesi di depositi alternativi di argille più o meno sabbionose, e di calcaree di diverse specie, frequentemente oolitiche, per cui l'intiero gruppo si chiama oolitico. Questo terreno è formato da molti letti che sebbene non sono sempre identici in tutt'i luoghi ove s'incontrano, pure presentano una concordanza di stratificazione tra loro molto maravigliosa; ciò che indica un lungo periodo di tranquillità nell'epoca in cui tali depositi si formavano.

Divisione del gruppo in sistemi.--Nello intraprendere lo studio dei diversi sistemi che compongono il gruppo in esame, seguiremo la divisione che si è fatta di esso da La Beche, che è la più naturale, e facilita grandemente lo studio di questa importante formazione. (Tav. VII.). Questo autore dietro i caratteri che offrono i differenti strati di questa formazione, le divide nei seguenti sistemi. Egli situa alla parte inferiore, 1.° il lias;

Digitized by Google

vengono in seguito 2.° l'oolite inferiore, 3.° la grande oolite, 4.° l'argilla d'oxford, 5.° la calcarea corallifera (coral-rag), 6.° l'argilla di Kimmerdige, e 7.° l'oolite di Portland. Di tutti questi sistemi successivamente ne assegneremo i caratteri, tanto mineralogici che paleontologici incominciando dall' inferiore per fino all' ultimo.

Sistema del lias. — Il lias che alcuni considerano come un gruppo distinto, è rappresentato da una calcarea argillosa, che alterna con strati di scisto argilloso nella parte inferiore, o da una roccia arenacea (quadersantstein) di color bianco e giallastro composta di piccoli grani di quarzo e mica, con rognoni di argilla e di silice rotolata, siccome osservasi nei Vosgi. Nella parte superiore si trovano le marne grigie che alternano con la calcarea argillosa, e che sono caratterizzate dalla presenza della *grifea* arquata (Tav. VIII. fig. 25), dappoichè questa conchiglia vi s' incontra in gran numero: e se vuolsi aggiungere un' ultima divisione di questo sistema alla parte superiore, verrebbe somministrato dal carattere dell'esistenza delle bellemniti nelle calcaree le quali più non contengono le grifee, sebbene le suddivisioni non fanno che confondere sempreppiù, anzi che giovare alla chiara intelligenza di questi terreni. L' altezza degli strati che compongono questo sistema raggiunge 152 metri. Esso incontrasi ben pronunziato non solo in Inghilterra, ma ancora in altri luoghi dell' Allemagna, della Francia, e della Spagna.

Oolite inferiore.—L' oolite inferiore è formata da sabbie sulle quali riposa una calcarea gialla o bruna che contiene i minerali di ferro della specie limonite. La sua altezza raggiunge 55 metri. Si osservano in seguito al di sopra altri strati di calcarea argillosa più o meno induriti ed alcuni letti di arenaria calcarifera che riposano sopra strati di terra marnosa, e di argille, alcune delle quali vengono adoperate per gli usi del lanificio. L' altezza totale di questi depositi raggiunge 43 metri.

Digitized by Google

Grande oolite.—La grande oolite tiene 40 metri incirca di spessezza, e vien formata da una calcarea gialla che si alterna con strati di marna di argilla e di arenaria. Tutte queste rocce variano tra loro per tessitura e per colorito. L' argilla di Bradford che suol essere azzurrognola e marnosa raggiunge la spessezza di 15 metri, ed oltre ai fossili che abbondano in tutti gli strati de'diversi sistemi del gruppo in esame, come or ora vedremo, predomina in questi specialmente l'*apiocrinites rotundus*. Gli strati che si chiamano forest-marbl i quali non raggiungono che 15 metri di spessezza, sono rappresentati da banchi di sabbia nei quali sono frammezzati de' letti di calcarea scistosa, colorata variamente dall' oligisto. L'*avicola ovata* caratterizza questa divisione di sistema. Infine il cornbrash incomincia alla parte inferiore con argille, sulle quali riposa una calcarea friabile; la sua spessezza non è che di 9 metri.

In tutti i piani di questo orizzonte geognostico predomina la *grifea cambium*, e massime nei primi strati.

Argilla d'oxford.—L' argilla di Oxford è di colore grigio, e si distingue per la sua tenacità; essa contiene diversi strati di calcarea e di scisti bituminosi. La sua altezza è considerevole dopo quella delle rocce precedenti, e si valuta a 183 metri. I fossili più rimarchevoli di questa roccia sono le numerose grifee dilatate, Tav. IX fig. 41 *griphea dilatata e l' ostrea Marsii*, idem fig. 42, che copiosamente vi si rinvengono.

Calcarea corallifera.—La calcarea corallifera (coralrag) è formata da 3 letti principali: il primo che è l' inferiore è arenaceo, il medio è una calcarea poco coerente che contiene molti coralli, e il superiore vien fatto da una calcarea gialla che tiene una struttura oolitica. Questa roccia o piuttosto questo sistema, la cui spessezza è di 46 metri, vien caratterizzato principalmente dall'abbondanza di coralli e poliparl che si trovano nella parte media.

Tali sono le cariofillee, le astree, le meandrine, le madropore ec.

Digitized by Google

Argilla di Kimmerdige.—L'argilla di Kimmerdige è mescolata di calcarea e di scisto bituminoso, ed è d'ordinario scistosa, azzurrognola o giallastra. Essa raggiunge i 152 metri in altezza, e varia in molte località per la struttura variabile della calcarea che suol essere oolitica, compatta, o grossolana, ed è caratterizzata principalmente dalla grifoa virgula Tav. VIII fig. 28, *exogira virgula*, dalle astarte, e dall' *ostrea deltoidea*.

Oolite superiore.— L'oolite superiore, altrimenti detta oolite di Portland, è formata da una calcarea gialla oolitica di una durezza variabile. Indipendentemente dai fossili indicati antecedentemente ne' sistemi inferiori, caratterizzano questo sistema molte specie di conchiglie, come sono quelle del genere natica, scolarium, nerita e cyclas e principalmente le specie del genere pecten, e l' ammonites triplicatus. A questo sistema da taluni si riferisce la pietra litografica di Solennofen in Baviera, in cui si sono rinvenuti copiosi fossili di rettili, e sopra tutto pterodattili, di pesci, d' insetti, di piante ec. L'altezza di questo sistema aggiunge ai 40 metri all' incirca.

Caratteri paleontologici del gruppo oolitico. — La formazione oolitica è principalmente rimarchevole per l'immensa quantità di fossili che essa contiene. Più stabile e più regolare della formazione precedente sembra indicare che la natura non aveva bisogno se non di riposo per moltiplicare gl'individui e le specie di viventi sulla superficie del globo. Questa formazione è ancora segnalata sia perchè contiene fossili sconosciuti nei terreni più antichi, sia pure per l'abbondanza di specie le quali in essa hanno cessato di esistere, non incontrandosi nei gruppi posteriori o più recenti — Un breve sguardo di rassegna sugli esseri organici di questi terreni ci meneranno alla conferma delle verità enunciate.

Incominciando l' esame degli avanzi organici del gruppo dai vegetabili fossili, essi appunto appartengono per la più parte agli stessi generi e famiglie che abbiamo incominciato

a trovare nei gruppi precedenti, e solo alcuni generi si possono considerare come affatto caratteristici del presente gruppo. In effetti le fucoidi, gli equiseti, e molte specie di pecopteri e sfenopteri continuano in questa formazione; ed ad essi bisogna aggiungere due generi di felci, *pachypteris* e *taeniopteris*, che si rinvengono specialmente nei due primi sistemi. E debbesi per lo appunto all'accumulamento di queste piante la presenza di depositi di combustibile che s' incontra in diversi luoghi negli strati superiori del gruppo, siccome si è osservato a Larsac nelle Cevenne, ed a Withy nel Jorkshire.

Rignardo ai polipai del gruppo in esame, sono essi molto numerosi, e i più comuni che offrono maggior numero di specie sono le cariofillie, le meandrine, le madrepore, le ceripore ed altri generi, i quali rassomigliano più o meno a quelli che attualmente formano le isole o depositi madreporici; se nón che i generi più caratteristici dei terreni giurassici si rapportano più comunemente alle spugne ed agli alcioni. Gli echinodermi offrono quegli stessi generi che si sono trovati nei gruppi precedenti, ed a questi se ne aggiungono altri quali continuano ne' seguenti terreni, ed altri ancora che vivono per fino all' epoca attuale nei nostri mari. Essi appartengono ai generi *Apiocrinites Pentacrinites*, *Eugeniacrinites*, *Rhodocrinites*, e *Solanocrinites*, i quali sono abbondanti tutti di numerose specie.

Ciò che è veramente caratteristico e maraviglioso della formazione oolitica o giurassica, si è l'abbondanza delle conchiglie fossili, le quali appunto per essere in copia sì grande non possiamo accennarne che i soli generi più importanti. In effetti fra i cefalopedi abbondano i nautili, gli ammoniti, ed i belemniti. Di essi gli ultimi sono importanti come quelli che compariscono per la prima volta in questa formazione conoscendosene meglio di 80 specie, mentre i nautili incominciano a comparire dai depositi nettuniani più antichi e continuano per le seguenti formazioni insino all'epoca attuale.

Gli ammoniti dei quali si sono incontrati alcuni esempi nei terreni della grauvacca, si presentano abbondanti nella formazione giurassica, conoscendosene meglio di 200 specie ragguardevoli sia per le forme diverse ed eleganti, sia per la varia grandezza, offerendosi del diametro di poche linee per fino a 4 piedi in circa, la qual varietà è ben maravigliosa. Siano di esempi fra i moltissimi che potrebbonsi rapportare, l'*ammonites Buchlandii* Tav. VIII fig. 32 caratteristico del *lias*, ed il *Belemnites sulcatus idem* fig. 31. Sono altresì abbondanti tra i brachiopedi le nuove specie di trigonie mentre il genere productus che ha figurato nelle antecedenti formazioni scompare interamente con le sue specie. Gli acefali s'incontrano copiosamente nei generi comparsi nelle antecedenti formazioni o comprendono i pettini pecten lugdunensis Tav. IX fig. 40, le ostriche, i mitili, lo plagiostome, le avicole, le modiole, lo possidonie, le trigonie, le nucule, i cardi e le grifee le quali compariscono per la prima volta, esem. *griphea arquata* Tav. VIII. fig. 28. Ad esse bisogna aggiungere altre specie di conchiglie, come le lime, gli inocerami, le astarte, le foladomie, le mie, le diceratiti; ed in fine per complemento fra i molluschi gasteropedi si rinvengono altre copiose conchiglie di complicata struttura, come i turbini, i trochi le pleurotamarie, le melanie, le rostellarie.

Gli anellidi, i crostacei, gli insetti ed i pesci figurano ben poco nei terreni oolitici. Dei primi si trovano molte *serpole* per lo più attaccate ai nicchi o conchiglie dei molluschi, e sui polipai; esem. Serpula socialis. I secondi si trovano in minor copia ed appartengono agli omobranchi brachiuri, Es. Eryon Cuveri. I terzi vi compariscono per la prima volta e sono alcuni avanzi che sembrano appartenere a coleopteri o nevrotteri, e degli ultimi infine, cioè dei pesci si conoscono alcuni generi trovati nella calcarea litografica, es. *Lepidotes gigas*.

In quanto ai rettili di questa formazione, abbiamo ad in-

contrarci nelle più strane forme che natura abbia prodotto, e che la immaginazione di popoli fervonti potesse dipingere alla fantasia. Talo è il bizzarro accozzamento di organi da rendere ragionevoli i miti degli antichi popoli, i qnali traevano da un fondamento di verità e di reale le loro astratte ed inverosimili tradizioni. È appunto nel sistema del *lias* che per la prima volta s' incontrano quei singolari animali appartenenti ai *sauriani*, la cui osteologia richiama alla mente ad un tempo le lucertole, i coccodrilli, i pesci, ed i mammiferi, mentre i piedi in forma di remi annunziano essere abitanti delle acque. Tali sono gl' *ictiosauri* ed i *plesiosauri* descritti tanto dottamente dal Conybeare (1), e

---

(1) L' ichthyosaurus appartiene ad un genere distintissimo: il nome che porta indica che egli s' avvicina al tempo stesso alle lucertole ed ai pesci. Era, come i cetacei, un abitatore del mare; aveva occhi enormi, il collo assai corto ed una coda lunghissima; armato di natatori larghi e schiacciati, teneva la forma la più favorevole per muoversi nell' acqua con un' estrema celerità. Il lodato Conybeare ne ha distinto quattro specie; la più comune giungeva alla lunghezza di 20 piedi; ma quella dal dotto naturalista nominato platyodon *era molto più grande.*

Il plesiosaurus *presenta un'organizzazione assai più straordinaria. Si sono riconosciute cinque specie dello stesso genere, e si è completato lo scheletro di una di queste specie, il* plesiosaurus dolichodeirus. *La quale spoglia è quella di un individuo lungo di otto o nove piedi; ma dai frammenti trovati nella stessa cava presso Lyme Regis, nel Dorsetshire portano a 20 piedi il taglio ordinario dell' anzidetta specie. Il suo collo sottile, la cui lunghezza aguaglia quella di tutto il resto del corpo, e che è formata di oltre trenta vertebre, lo distingue da tutti i quadrupedi oviperi e viviperi. In fatti nei mammiferi il numero delle vertebre del collo è fissato a sette, salvo una sola eccezione, l' infin-*

rappresentati nella Tav. IX fig. 43. *Ichthyosaurus communis*; fig. 41, *Plesiosaurus dolichodeirus*. I primi avevano

---

gardo *a tre diti, che ne ha nove. Con la sua corta coda ed il suo collo di smisurata lunghezza il plesiosaurus formava un singolare contrasto con l' ichthyosaurus abitatore dei medesimi mari. Se il primo fosse stato rivestito di un involucro squamoso si sarebbe potuto ravvicinare alle testuggini, e specialmente a quella di mare, di cui doveva imitare i movimenti. I suoi piedi, organizzati per nuotare, annunziano che egli viveva nell' acqua, e la sua spoglia circondata da avanzi di corpi marini testifica che partecipava della loro dimora. Probabilmente veniva esso qualche volta a terra, come lo dà a sospettare la rassomiglianza delle sue estremità con quelle delle testuggini di mare, sebbene doveva essere pessimo camminatore. Se il di lui corpo era interamente immerso nell' acqua, il suo collo non poteva ajutarlo a muoversi; che anzi esso era di ostacolo ai suoi movimenti. Altronde siccome doveva elevare frequentemente la testa fuori delle acque a fine di inspirare l'aria, si congettura che la sua maniera di vivere avesse qualche conformità con quella del cigno, e ch' egli sporgesse abitualmente fuori dell' acqua la sua piccola testa ed il suo flessibile sostegno, assaltando i pesci, dardeggiandoli ed agguantandoli alla distanza di più piedi intorno a sè, allorchè si trovavano alla portata del suo lungo collo. Le abitudini di animale siffatto, che Conybeare ha rintracciato con grande sagacità, rammentano quelle di una testuggine della Pensilvania e della Florida orientale* (testudo ferox) *descritta da Shavv nella sua Zoologia. Questo animale, il cui collo flessibile, elastico e rientrante può venir nascosto sotto la scorza, e che non è meno lungo del restante del corpo, frequenta le spiagge limacciose dei fiumi, si nasconde fra le canne e fra le piante acquatiche, slancia il suo collo e la sua testa come un dardo, e s' impadronisce*

Digitized by Google

la lunghezza al di là di 7 metri (venti piedi) ed i secondi che non erano meno di 4 metri, erano rimarchevoli per la straordinaria lunghezza del collo, molto simigliante al corpo di un serpente per la struttura e per la forma; talchè non vi è classe di animali che come questi ultimi abbiano un eguale o maggior numero di vertebre.

Negli stessi terreni e negli stessi strati della serie giurassica s' incontrano parimenti per la prima volta i *pterodattili* (1) (o lucertole volanti) le quali offrono un' imagine anche più esatta dei favolosi dragoni. È questo un genere di sauri volanti il cui tronco e la coda richiamano alla mente i mammiferi ordinari; la forma della testa e del collo rassomigliano agli uccelli, mentre poi gli altri membri si conformano più particolarmente con i grandi pipistrelli. Essi dovevano essere perciò suscettibili nel tempo istesso di camminare e di volare, e forse ancora di aggrapparsi e arrampicarsi per le nude balze delle rocce poste a cavaliere per ricercare la preda ed il loro nutrimento. Questi diversi avanzi di esseri i più singolari della creazione sono accompagnati nel *lias* di Lime-Regis sulle coste del Dorset in Inghilterra, secondo i rapporti di Murchison (Geolog. Frag. 2.ª ser. v. 11) da una immensa quantità di coproliti, i quali probabilmente loro appartenevano; ed alle volte ancora i loro intestini trovansi collocati nel mezzo de' loro scheletri, e vi si notano

---

della sua preda con una incredibile celerità. È in questo modo che esso dà la caccia agli uccelli ed agli altri piccoli animali dei quali si nutrisce.

(1) *Non meno straordinari sono i pterodattili, animali forniti di lungo collo, gran testa e coda breve, e particolarmente distinti per un dito dei piedi anteriori la cui lunghezza supera più del doppio quella del tronco; e per quello che se ne può più agevolmente dedurre, doveva servire, come nei pipistrelli, a sostenere grandi ali membranose.*

Digitized by Google

ancora gli avanzi di pesci e di altri rettili, i quali certamente manifestano in un modo positivo la maniera con cui nutrivansi le specie acquatiche. D' altronde gli avanzi d'insetti rinvenuti con i pterodattili nelle loro spoglie a Solenhofen, in Franconia, indicano senza dubbio quali animali servissero di nutrimento a questi esseri maravigliosi (Beudant, cours elem. de Geologie.)

Oltre poi a questi mostruosi animali, la formazione giurassica contiene ancora alcune specie di testuggini, coccodrilli, lucertole, megalosauri, telacosauri, geosauri ec.; e mentre i sauri vicini ai coccodrilli sembrano essere stati poco abbondanti a quest'epoca, nulla però di meno il lias presenta degli avanzi i quali di già provano la loro esistenza con un grande sviluppo di dimensioni. Tale è il *megalosauro* il quale tiene del *crocodilo* e del *monitor* che doveva avere da 15 a 20 metri di lunghezza (1).

In fine i terreni giurassici offrono sebben raramente, i

---

(1) *Buckland ha fatto un lavoro interessantissimo sul* megalosaurus, *quadrupede ovipero gigantesco, trovato a Stonesfield e di cui ci ha dato una diligente descrizione. Le parti dello scheletro che ha potuto raccogliere bastano a confermare che l' animale apparteneva all' ordine dei sauriani. Il Museo di Oxford possiede un femore di questa gran lucertola, di cui l'intiero scheletro dovette essere almeno quaranta piedi di lunghezza secondo il calcolo di Cuvier. Nelle due altre dimensioni l' animale vivo era probabilmente tanto grosso quanto un elefante alto sette piedi. Ma dopo la prima scoperta si è ancora trovato un femore il doppio più grande del primo, con molte altre ossa della stessa specie racchiuse in un gres ferruginoso della foresta di Tilgate, presso Cunkfield, contea di Sussex. Se l' individuo, al quale quelle ossa prodigiose appartenevano, rassomigliava alle lucertole conosciute, esso eguagliare doveva in volume il più colossale elefante, ed in lunghezza le più grandi balene.*

primi esempi di ossa di mammiferi i quali si riferiscono ai marsupiali e si sono incontrati nello scisto di Stonesfield: esem. Didelphis Bucklandii. Ed è veramente notevole come il primo esempio di comparsa di mammiferi li abbiano offerti i marsupiali e non i cetacei. Ed ancorchè un cubito trovato nell'oolite di Eustone fosse stato da Cuvier fin dal principio rapportato ad una specie di cetaceo, in seguito Owen con miglior ragione ha fatto osservare che quella forma apparteneva più giustamente ai sauri.

Estensione Geografica del gruppo giurassico. I terreni giurassici sono abbondantissimi alla superficie del globo e prendono una parte molto importante nella composizione della crosta terrestre, come quelli che occupano estesissimi spazi e raggiungono grandi altezze. In Europa principalmente sono abbondantissimi, talchè in Francia formano una estesissima rete di monti che si divide per tutto quel territorio, ed i cui lembi circondano ed inviluppano anche il piano centrale del regno. A questi terreni si riferiscono le calcaree che costituiscono i monti Giura, estesi da Vienna nel Delfinato per fino al Reno, che poi si legano pel Besanzone, Vosoul, Langres. Queste rocce si rincontrano pure in tutta l'estensione delle Alpi (1) della Savoja e del Piemonte, nell'Italia e nella Grecia, ove però offrono caratteri speciali, non os-

(1) « *Nelle Alpi il terreno-giurassico è grandemente* » *modificato dall' apparizione delle materie cristalline che* » *ne hanno sollevato la massa da ogni parte. In vece delle* » *calcaree tenere, grigiastre o giallastre, compatte o ter-* » *rose, s' incontrano dei marmi colorati di ogni specie,* » *e qualche volta ancora dei marmi bianchi venati. I de-* » *positi argillosi o arenacei sono convertiti in scisti di-* » *versi, in grauvacche paragonabili a quelle dei terreni* » *antichi, in quarzite, micascisti ecc., e le materie carbo-* » *nose che contengono sono tramutate allo stato d antra-* » *cite.* (*Beudant*).

servandosi quelle stesse condizioni e caratteri che sono comuni nelle altre contrade di Europa, poichè i fossili vi sono estremamente rari; lo chè si attribuisce alla profondità delle acque nelle quali le rocce istesse si formarono, ed i carattori mineralogici variado parimenti per cagioni di metamorfismo, è ben difficile poter loro asseguare una giusta divisione in sistemi. E queste difficoltà si accrescono se si consideri il modo di loro giacitura, giacchè per sollevamenti succeduti le rocce trovansi sconvolte in modo, che l'ordine di soprapposizione è totalmente mutato, trovandosi i terreni più antichi riposare anche su quelli posteriormente formati; la qual cosa si osserva per grandi estensioni. Inoltre questi terreni si trovano a nudo in alcuni luoghi dei Pirenei, dalla parte di Spagna verso Bilbao e Pamphona, e verso Francia nella valle di Ossau e di Ariege.

È poi da osservare che i terreni giurassici nelle contrade ricoperte di colline, come la Bassa-Normandia, il Poitou, la Lorena, la Borgogna, la Franconia, la Sassonia ecc. trovansi ordinariamente in istrati quasi che orizzontali, mentre che nei paesi montuosi, come il Giura, le Alpi, le Cevenne, gli Appennini, sono quasi sempre in strati più o meno inclinati, i quali hanno una grando tendenza a presentare la disposizione innanzi designata col nome di *stratificazione arquata*. Inoltre, nei terreni giurassici soventi volte si osservano dei pendii e tagli verticali, come pure incontransi anche spesso delle caverne, di grande estensione specialmente nelle calcaree, e nelle dolomiti. Un altro fenomeno assai comune nei terreni giurassici, soprattutto in quelli doi paesi montuosi, è l'esistenza di sorgenti tanto abbondanti che danno immediatamente origine a fiumi; tali sono le sorgenti di Vaucluse, e quelle ancora più copiose della Sorga ec. ec.

Considerazioni generali. — Da quanto si è fin qui detto sul gruppo dei terreni in esame, chiaro si rileva che le sue rocce componenti hanno dovuto formarsi nelle acque

del mare non turbate da irregolari movimenti, ciò che vien dimostrato dall' abbondanza di polipai, encrinoidi, molluschi, crostacei e pesci che, siccome abbiam notato, abbondantemente vi si rinvengono fossili. Oltre a che dalla giacitura dei mentovati fossili possiamo trasportarci in altre conietture sulla natura de'mari dell'epoca giurassica, i quali con molta probabilità dovevano essere poco profondi e tranquilli, avendosene pruova e nella qualità di essi, siccome si è detto, e nelle peculiari loro condizioni, le quali tutte ci fanno credere che vivevano in vicinanza della terra nelle acque poco profonde, e pare che il mare in quest'epoca abbia guadagnato grandi spazî sulla terra, ed in essi appunto formavansi, come oggigiorno avviene ne' nostri mari, delle isole di corallo, donde precipuamente ha avuto origine il sistema della calcarea corallifera.

Inoltre pare che a quest'epoca abbiano dovuto aver luogo istantanei sconvolgimenti, e trasporti i quali hanno dovuto seppellire gli animali ancora viventi; la qual cosa si conietura dal che i sauri, i pesci e i pterodattili del Lias si rinvengono con gli scheletri non lontani dal luogo che occupavano essendo viventi, conservando i primi in un certo modo anche le squame. Lo stesso si rileva dalla flora di quest'epoca la quale non è più quella che ha fornito i materiali, e gli avanzi dei depositi carboniferi, essendosi ristretta in brevi spazî e circoscritta in poche località, e le piante che si riferivano alle cicadee ed alle conifere massimamente si trovano conservate in un modo maraviglioso, da potersi distinguere nettamente ciascun organo. Infine si rileva lo stesso dalle ossa di mammiferi i quali oltre ad essere più abbondanti in questa formazione che nelle precedenti, trovansi sufficientemente conservati nelle loro forme, e quasi che mantengono gli stessi elementi chimici di composizione.

CAPITOLO VII.

Gruppo cretaceo.

Sinonimia. Montagne secondarie, Werner. — *Terreno dell' ordine sopra mediano*, Conybeare. — *Terrains ammoneens, grupe crétace*, D' Halloy. — *Gruppo Cretaceo.* — De La Beche. — *Gruppo de la craie*, Lecoq. — *Gruppo cretaceo e Valdiano* Lyell. — *Terrains crétace inferieur et superieur*, Beudant.

Intendiamo per gruppo cretaceo un'associazione di rocce le quali sono composte di calcarea, di arenaria, di marna, di argilla, di tofi, che si ligano con la creta, e si presentano ordinariamente friabili o mobili, sebbene quest' ultime circostanze e caratteri non sono essenziali o indispensabili. Fra i caratteri importanti di questo gruppo ancora bisogna notare la frequenza di rognoni e di piccoli strati di silice, nonchè la copia di fossili convertiti in silice, i quali si rinvengono nella parte superiore de' depositi cretacei, sebbene la loro presenza non è esclusiva dei mentovati depositi, trovandosi ancora negli strati medj ed inferiori.

Le alternative che presentano le diverse rocce che compongono questo gruppo, e l' ineguale sviluppo di alcune di esse hanno dato luogo a divisione in sistemi differenti, i quali sono stati designati con nomi particolari, ma che torna però difficile poterli comparare in contrade lontane. Nulladimeno in Inghilterra, e nel Nord-Ovest della Francia ove questi terreni si sono meglio studiati, si sono potuti riconoscere tre sistemi distinti, nei quali si è osservato che negli strati su-

periori predomina la creta *(sistema della creta)*, nel sistema medio il tufo, la glauconia ed i gres di color verde (sistema dell'arenaria verde), mentre nel sistema inferiore sono predominanti le marne e le calcaree compatte, (sistema vealdiano). Principiamo l'esame, giusta il solito dal sistema inferiore.

Fa uopo avvertire che nella esposizione dei caratteri speciali dei tre mentovati sistemi si prendono ad esempio quelli osservati in Inghilterra, i quali sono stati esaminati con maggior diligenza, e specialmente i terreni cretacei della contea di Sussex, ove questa divisione nettamente ha potuto farsi.

1. *Sistema Vealdiano.* Questo sistema comprende alla parte inferiore la calcarea di *Purbech* che si compone di calcarea conchiglifera e segue immediatamente al gruppo Giurassico, più, contiene delle sabbie ferrugginose le quali vengono immediatamente dopo, e infine l'argilla a lignite. Questo sistema varia un poco secondo le località, e noi descriviamo semplicemente quello che è stato osservato a Veald, donde ne ha tratto il nome. Sulle prime la calcarea di Purbeck è composta di strati calcarei i quali alternano con le marne, e nel loro insieme raggiungono l'altezza di 76 metri. In essa vi s'incontrano delle ostriche, delle ossa di pesci, e degli avanzi di coccodrilli e di testugini. Segnono *Le sabbie ferrugginose* le quali hanno una spessezza di 120 metri e sono formate da strati alternativi di sabbia, di marne, e di argilla ricoperte da una sabbia ferruginosa. In esse incontrasi un minerale di ferro (*limonite*) in tanta copia da potersi adoperare per gli usi dell'industria. Questo terreno contiene in rimarchevole quantità degli avanzi di echini, di molluschi, specialmente i generi cipris, cyrena, avicula, mitilus ec: delle ossa di pesci, dei denti dei plesiosauri fitosauri, coccodrilli, ed altri rettili di forme gigantesche chiamati megalosauri. L'argilla a ligniti è ferrugginosa nella parte inferiore, mentre in seguito si mostra di un grigio bluastro e contiene de' letti di calcarea — Essa raggiunge i

lometri di altezza — Vi s' incontrano i fossili della formazione precedente, e la *cypris faba* trovasi in più copia ed è caratteristica.

Nel descritto sistema oltre ai fossili mentovati vi si rinvengono parimenti molte specie di pesci di acqua dolce mescolati agli avanzi de' sauri marini, e terrestri tra i quali s' incontra il mostruoso iguanodon, che doveva avere più di venti metri di lunghezza a giudicarne dalla grossezza delle ossa (1).

Inoltre il terreno vealdiano contiene avvanzi diversi di vegetabili, trovandosi dei tronchi di cicadee allo stato silicioso, e vi si riconoscono egualmente diverse specie di conifere, ed avanzi di equisetacei e di felici.

Sistema dell' arenaria verde. — Questo sistema designato sotto la denominazione di gres verde (Greensand, dagl' Inglesi), vien formato da sabbie bianche, verdastre, le quali contengono comunemente ammassi calcarei, e superiormente contengono delle sabbie riempite di materie verdi (clorite), degli strati calcarei, e delle argille riempite parimenti di materie verdi. Dall' insieme e dalla successione di questi differenti materiali stratificati, risulta appunto questa divisione o sistema, ove sono frequenti gli *ecchiniti* gli *alcioni*, e molte specie di nautiti, ammoniti, turriliti, scafiti, pettini, ostriche, grifee, avicole, ec. ec. nonche gli avanzi di rettili, crostacei e pesci. L'*ostrea carinata* Tav. IX fig. 46 si tiene però come caratteristica.

Sistema della creta. — All'esposto sistema immediatamente al di sopra succede un' altro in cui la parte calca-

(1) *Avendo Mantell confrontato anni sono i denti di questa specie con quelli di un iguano ha potuto assicurarsi della loro perfetta conformità; ma secondo la scala di proporzione l'animale fossile avrebbe avuto sessanta piedi di lunghezza. I suoi denti taglienti e solcati lo denotano una specie erbivora, che viveva sulle sponde dei fiumi ove trovava il pascolo sicuramente ed in abbondanza.*

ree diviene più abbondante. Questa si offre superiormente bianca e friabile, e contiene molti rognoni di silice disposti a strati, mentre inferiormente acquista molta compattezza, e la silice vi scompare del tutto o diviene poco frequente. Risulta quindi dalla differenza di questi caratteri che il presente sistema può dividersi in due, in creta inferiore cioè, ed in creta superiore. La sua spessezza totale raggiunge i 213 metri. Viene essa adoperata negli usi economici come pietra da calce. In questo sistema rinvengonsi molte piante, dei coralli, degli encriniti, degli echini, degli alcioni, e delle conchiglie appartenenti a varî generi. Oltre poi a questi fossili che abbiamo cennato in generale è dato incontrare alcune volte frammenti di legni convertiti in silice bucati da conchiglie perforanti. Finalmente la creta contiene dei minerali di sperchisa globolosa, e dei cristalli di quarzo.

Caratteri paleontologici.—In generale gli avvanzi organici del gruppo cretaceo sono abbondantissimi in mezzo ai diversi depositi, e si avvicinano a quelli rinvenuti nei terreni oolitici, però alcuni sono molto distinti e per le specie e per i generi, da tutti quelli che abbiamo esaminato nei terreni precedenti. Si che venendo all'esame di essi, incontreremo tra gli animali a sangue caldo, alcune ossa di uccelli che secondo ogni probabilità appartengono all'ordine detto da Linneo, Grallo. In quanto ai pesci in questi terreni incominciano a mostrarsi i veri *squali* i quali hanno rimpiazzato i pesci sauroidi del terreno carbonifero, e i sauroidi natatori del Lias, la di cui voracità sembrava essere stata dalla provvidenza preparata per porre giusti limiti all'accrescimento troppo rapido degli altri animali. Si ha pure ragion di credere che gli squali abbiano rimpiazzato il posto di essi da quest'epoca in appresso, sebbene la loro grandezza ha dovuto essere nel principio molto più notevole che oggi giorno; e si crede che potevano raggiungere ventì metri di lunghezza, e la loro gola aperta doveva tenere tre

metri circa di diametro. I rettili diversi di quest'epoca erano ancora animali capaci di vivere sulla terra. Le specie aquatiche furono numerosissime e sopra tutto si distinguono l'iguanodon, il megalosauro e diversi coccodrilli. Le conchiglie sono poi abbondantissime e alcune di esse sono caratteristiche del gres verde, fra le quali bisogna citare la *nucula pectinata*, e l'*inoceramus concentricus* Tav. IX fig. 45, e fra le molte specie di ammoniti l'*ammonites monile*. Nella creta poi sono caratteristiche le baculiti, e le turriliti (Tav. VII fig. 26, *Baculite*, idem fig. 27, *turrilites costata*). Si può ancora aggiungere qualche specie di scafiti, come la *scafites ugualis* (Tav. VIII fig. 30), molte specie di ammoniti e l'ostrea carinata le quali si contengono nella creta bianca. A tutti questi molluschi i quali caratterizzano i vari sistemi del gruppo cretaceo bisogna aggiungere alcuni generi che è ben difficile il determinarne il posto a cui debbono appartenere, e che secondo ogni probabilità si riferiscono ai zoofiti. Tali sono i *nummoliti* e gl' *ippuriti*, dei quali i primi si riferiscono ai *foraminiferi*, ed i secondi con ogni probabilità si rapportano ai molluschi gasteropedi affini ai *vermeti*. Finalmente in alcuni depositi del gruppo cretaceo si trovano minutissimi crostacei del genere cypris, simili a quelli che oggi veggiamo vivere nelle acque dolci.

Origine dei depositi cretacei. — Il gruppo cretaceo mette fine a quella serie di terreni chiamati dagli antichi geologi e dal Werner, *secondari*, poichè in essi non si sono ancora rinvenuti fossili i quali potessero dirsi perfettamente simili alle specie che attualmente vivono, e per i loro modi di giacitura e stratificazione addimostrano essersi formati diversamente da quelli che ora lentamente veggiamo effettuarsi dai depositi di mare di laghi, di fiumi, di alluvione, e dalle sorgenti di acque minerali. Tutto poi ci porta a credere che la creta si sia formata per sedimento durante un lungo periodo di tempo, e che l'estese colline che essa forma debbonsi attribuire a sol-

Digitized by Google

levamenti o abbassamenti e non alle correnti, siccome hanno opinato alcuni geologi i quali hanno credute pure che le crete siano state causate da sorgenti uscite dal seno della terra, e che l'abbiano depositata sotto forma di fango. Sembra in oltre che gli accidenti i quali hanno dato luogo ai rompimenti di questi strati d'immensa spessezza, ed al loro sollevamento, siano contemporanei, secondo ogni calcolo, con la catastrofe che ha ritirate le acque ne' mari attuali. In quanto pel all' origine dei rognoni di silice piromaca che abbondantemente rinvengonsi nei depositi superiori di questo gruppo, non vi ha dubbio che siano formati contemporaneamente ai depositi di creta ove giacciono, e non provengono, come i ciottoli di trasporto e di alluvione, da meccanico sfacimento delle rocce preesistenti. Che anzi si ha ben ragione di credere che debbano la loro origine a copiose sorgenti di acque cariche di silice provvenienti dal seno della terra, che sboccando nei mari, abbiano poi cagionato quei depositi cretacei sì abbondanti di silice. Il qual fatto rendesi tanto più ragionevole, in quanto che attualmente, siccome abbiamo in altro luogo notato, vi sono copiose sorgenti di acque siliciose, le quali come il Geiser, depongono estesi letti di silice idrata Tav. VI, fig. 13. Rimane nulladimeno la sola difficoltà di sapere, perchè la silice dei terreni cretacei sia piromaca e non idrata, siccome dovrebbe essere, posta l' analogia di origine con quest' ultima; alla quale difficoltà non facilmente si risponde, e solo si opina che la presenza delle sostanze organiche nelle acque del mare siano state valevoli a far sì che la silice non si fosse precipitata allo stato idrato. La quale conietture però non viene rifermata da sperimenti.

Relazioni geografiche. — I depositi che costituiscono il gruppo cretaceo sono di una immensa estensione alla superficie del globo, e sono in generale i più vasti depositi di sedimento che noi conosciamo. Infatti in Europa occupano vasti spazi ed estese regioni. Così dall' Irlanda e dall' Inghilterra

si prolungano attraversando la Manica, da un lato si estendono per la Normandia, la Turena, la Santongin, il Perigord per fino ai Pirenei, e nelle provincie settentrionali della Spagna, e nelle isole Baleari, ecc; mentre d'altra parte incominciando dalla Normandia si estendono per la Picardia, l'Artois, il Belgio, e poi la Sciampagna, circondando a tal modo il bacino di Parigi. Si rinvengono in molte parti dell'Allemagna, in Danimarca, in Russia, in Polonia, nella Galizia, nella Lituania, nell'Ungheria, ove presso a poco il gres verde forma la più gran parte dei monti Carpazi. In oltre questi depositi s'incontrano nella Crimea, al Caucaso, ed in Armenia, nell'Asia Minore e nella Grecia, nell'Albania, nella Dalmazia, nell'Italia, e non sono rari in Savoia, nelle Alpi e nel cantone di Berna. Nell'Egitto questi terreni sono estesissimi e compongono quasi interamente il fondo del gran deserto e le montagne che lo limitano.

Bisogna però avvertire che i terreni cretacei come i giurassici si trovano spesso modificati nei luoghi ove sono stati aconvolti dalle rocce di origine ignea che sono uscite dal seno della terra, e per le circostanze diverse che le hanno accompagnate. La qual cosa è avvenuta nei monti Pirenei e nelle Alpi, i quali presentano caratteri tali da riguardarli, (come lo è stato per lungo tempo), siccome terreni di *Transazione;* o fu sorprendente quando l'illustre Brongnart paragonando i fossili di Fis nelle vicinanze di Chamonnix e di altre località delle Alpi, stabilì che quei terreni appartenevano ancora al gruppo cretaceo di cui ci occupiamo.

Digitized by Google

CAPITOLO VIII.

GRUPPO SOPRACRETACEO.

Sinonimia. Terreni terziari, Werner. — Terreno dell'ordine superiore, Conybeare. — Terrains de sediment superieurs, ou Iziémiens tanilassiques, Brongnart. — Terrains tériaires, tritonien et nymphéen, D'Halloy. — Gruppo sopracretaceo De la Beche. — Terrains de sediment superieurs, Lecoq. — Terreni terziarii, Lyell. — Terrains parisien, de la molasse, et subappennin, Beudant.

Questo gruppo i cui materiali sono stati più anticamente conosciuti sotto il nome di *terreni terziari*, è molto sparso alla superficie del globo, ove forma colline generalmente poco estese, ma numerose, e la più parte dei piani fertili ove gli uomini hanno stabilito le principali coltivazioni. Le differenti rocce che lo costituiscono non sono da per tutto simiglianti, anche quando esse appartengono ad una formazione determinata, variando alle volte a piccole distanze le une dalle altre. Fra le rocce più frequenti di questa formazione debbonsi contare la calcarea, il gesso, la silice molare, l'arenaria o le sabbie, la marna e la lignite; e tra le meno frequenti vanno noverate il sal gemma, lo scisto attaccaticcio, ed i minerali abbondanti di quarzo cristallizzato, di zolfo, di pirite, di celestina, Websterite (allumina solfata), ed una varietà di quarzo terroso e leggero che và a galla sull'acqua.

Nelle vicinanze di Parigi questo gruppo è stato studiato con grande cura da Brongnart e Cuvier e le loro ricerche sulla *formazione parigina*, fin allora tanto negletta, ha con-

tribuito moltissimo all' avvanzamento della geologia in generale.

Divisione del gruppo in sistemi. — Questa formazione presenta sotto il rapporto de' suoi fossili una differenza rimarchevole da quelli dei precedenti terreni, incontrandosi generalmente delle specie le quali sebbene non abbiano delle simili viventi, non per tanto appartengono alle classi di esseri che vivono ancora sulla superficie del globo, e specialmente quelle dei mammiferi e degli uccelli che divengono abbondanti. Essi presentano pure notevole differenza fra di loro; poicchè alcuni sono avanzi di animali analoghi a quelli che vivono nei mari, ed altri a quelli che vivono nelle acque dolci. D' altronde una porzione di questi terreni è quasi che intieramente composta da frantumi di rocce che sembrano provenire da depositi preesistenti. Dalle quali considerazioni alcuni Geologi dividono questo gruppo in tre divisioni o *sistemi* disegnati rispettivamente coi nomi di terreni *tritoniano* che ha fossili marini, *ninfeano* che ha fossili di acqua dolce, è *diluviano*, che è composto da frammenti distaccati da rocce preesistenti e trasportati da lontane contrade. Ma è uopo avvertire che i legami che esistono fra questi tre sistemi essendo più intimi di quelli che passano tra i terreni moderni ed i depositi che appartengono ad uno di questi sistemi, così torna ben difficile distinguerli; per la qual cosa alcuni geologi moderni preferiscono dividere i terreni che ci occupano dietro la loro posizion rispettiva, metodo al quale è facile rimandare ogni altra divisione. Secondo questi ultimi adunque, i terreni sopracretacei possonsi dividere in tre sistemi detti *superiore, medio, ed inferiore*, i quali corrispondono ai tre sistemi indicati dal Lyell coi nomi di terreni pliocení (più recente), mioceni (meno recenti), ed eocenei (aurora dello stato recente). « I caratteri che » distinguono questi sistemi sono stati tolti dai fossili, e » soprattutto dai testacei che nel primo sistema sono per

» la più parte di specie identiche a quelle che attualmen-
» te vivono, nel secondo sono specie che nella maggior
» parte non si trovano viventi, e nell' ultimo sistema l'eo-
» ceno non si rinvengono che pochissime specie, le quali
» hanno le corrispondenti ancor viventi nella fauna attua-
» le ». Finalmente vi sono di coloro che avendo in considerazione i mammiferi più caratteristici dei tre mentovati sistemi li è piaciuto chiamare il piano superiore degli elefanti, il medio dei mastodonti, e l'inferiore dei paleoterii— L' esame speciale dei luoghi più famosi ove si trovano distinti i diversi depositi, metterà in chiaro le particolari condizioni di loro composizione, giacitura ed origine, e nell' esame cominceremo secondo l' ordine adottato, dal sistema inferiore (1).

1. *Sistema inferiore.* Il primo sistema che riposa diret-

---

(1) *Volendo prendere in esame i terreni del* bacino *di Parigi i quali sono in rinomanza per le scoperte paleontologiche che ha fatto l' illustre Cuvier, ed in dove sono ben distinti i sistemi inferiore e medio, le rocce che le compongono appartengono a cinque formazioni successive, delle quali, tre sono di acqua dolce e due marine, disposte come viene indicato nello specchio seguente.* (*Baudrimont*).

1. *Prima formazione di acqua dolce.*	*Argilla plastica.* *Lignite.* *Primo Gres.*
2. *Prima formazione marina.*	*Calcarea grossiera.*
3. *Seconda formazione d' acqua dolce*	*Calcarea siliciosa* *Gesso con ossa di animali* *Marne d' acqua dolce*
4. *Seconda formazione marina*	*Marne marine del gesso* *Sabbie e gres marino superiore* *Marne e calcaree marine Superiori*
5. *Terza formazione d' acqua dolce.*	*Macigno senza conchiglie* *Macigno con conchiglie* *Marna d' acqua dolce superiore*

tamente sulla creta si compone da *argilla plastica*, così appellata dal Brongniart, perchè conserva facilmente le forme che artifizialmente le s' imprime, e perchè si adopera per la fabbrica del vasellame; atteso la facilità con la quale essa può essere modificata secondo tutte le forme che le si vuol dare. Il suo colore è vario; in alcuni casi è rimarchevole per la purità e bianchezza, mentre il più spesso cambia per gradi dal bruno chiaro al rosso bruno, al grigio, al giallo, al bruno di lavagna. Essa è mescolata con la sabbia ovvero è pura: in tutti i casi però forma con quella dei letti alternativi di spessezza variabile e viene in certe località da esse intieramente sostituita — L' argilla plastica contiene sparsa le ligniti, che in istrati sottili si alterna con le argille grigie o nerastre, colorate da materie organiche, e che racchiudono dei rognoni e de' frammenti di sperchisa, e delle conchiglie lacuatri, tra le quali abbondano massimamente le limnee. Le parti appunto che riposano immediatamente sulle ligniti sono esplotule per uso d'industria per farne ingrassi e *concime*. In questo deposito per la prima volta forsi tra le numerose conifere si mostrano le fanerogame cotiledoni, e delle vere palme ed alcune dicotiledoni, e racchiude ancora alcuni fossili di acqua dolce del genere *planorbis*, *phisa*, *limneus paludina* ecc. ecc.

In seguito di queste argille, superiormente si trovano degli strati di sabbia, più o meno spessi di colore giallastro, e di qualche interesse, poichè contiene un gran numero di conchiglie marine, ciocchè indica una formazione marina intermediaria che non è stata osservata da Brongniart e da Cuvier, e che è stata notata dal Boudrimont. In fine seguitano dei depositi di calcarea grossolana, più o meno dura, i di cui strati sono soventi separati da letti sottili di marna argillosa. Queste calcaree contengono una quantità prodigiosa di faraminiferi, i quali per altro si trovano in abbondanza in tutti i depositi poco duri, e che noi abbiam si-

tati nella creta. Essi appartengono ai generi biloculina e trilaculina, e costituiscono quasi che intieramente per se medesimi degli strati, mentre un'altra immensa quantità serve come cemento di altre conchiglie.

La enumerazione dei fossili osservati in questa calcarea sarebbe molto lunga pei limiti di un'opera elementare perchè il numero supera i 200, secondo Brogniart.

Ci limiteremo solo, a far conoscere che in questa categoria di terreni non più s'incontrano nè ammoniti, nè belemiti, nè alcuno ancora degli echini, che abbiamo per lo innanzi rinvenuti Le conchiglie che vi sono abbondanti hanno in generale molto analogia con quelle che noi conosciamo viventi. Fra esse molte specie del genere ceritum sono rimarchevoli per la loro abbondanza talchè soventi la calcarea grossiera del bacino di Parigi è stata designata col nome di *calcarea a cerite*, quantunque questi stessi fossili si trovassero in molti altri depositi. È molto rimarchevole tra le tante specie, il ceritium giganteum, il quale raggiunge la lunghezza di 50 centimetri. Le altre specie che pure in un certo modo chiamano l'attenzione, e che si longono per più caratteristiche sono le seguenti La *turritella imprecatoria*; *l'ampullaria acuta*, *il terebellum fusiforme*, *la mitra scabra*, *e il cardium porulosum* ec. Alle piante fossili, marine, e terrestri s'incontrano degli avvanzi che si rapportano alle famiglie delle najadi, degli equisiti, alle coniferi, alle palme, ed anche alle piante dicotiledoni.

Subordinato alla calcarea di cui ne abbiamo esposto i caratteri si trova la calcarea silicifera; o diversi strati di silice morale, di gesso di marne, e di scisto attaccaticcio, materie le quali ordinariamente sono compatte, e sono state formate probabilmente alla maniera di depositi avventizi, cioè per sorgenti copiose, alle volte calcarifere, altre volte silicifere, o gessifere, che han dovuto spandersi nel gran bacino verso il bordo del gran golfo di quest'epoca. Di queste rocce il gesso è notevole per la gran quantità di

ossa di mammiferi che abbondantemente contiene, e su d'essa appunto, e sulla marna di questa formazione, il Signor Cuvier seppe per gl' immortali suoi lavori restaurare nella serie animale numerosi mammiferi, i quali hanno cessato di esistere alla superficie del globo. Nello gesso si osservano degli paleoteri ed anoploteri per la prima volta animali pachidermi più o meno affini al rinoceronte ed al tapir di cui ciascuno offeriva varie specie (1). Oltre a questi si rinvengono il cheroptamus parisiensis, una specie di cane, *canis parisiensis*, il diadelfis parisiensis, dei coccodrilli, delle testugini, e dei pesci di acqua dolce ai quali và unita la ciclostoma mummia. Oltre a che nelle marne d'acqua dolce si sono trovate diverse specie di uccelli, delle ossa di pesci, e molte conchiglie del genere cytherea, spirorbis, et cheritium. L'altezza della formazione dello gesso e di 52 metri.

Bacino di Londra e di Bruxelles. Al sistema in esame va riferita la composizione del bacino di Londra, che come Parigi e Bruxelles si trova in mezzo a un gran bacino di terreno terziario, o piuttosto quando si getta lo sguardo sopra una carta geognostica, si vede che il bacino di Londra e di Bruxelles non formano che uno stesso tutto, tagliato da un braccio di mare, che separa l' Inghilterra dal conti-

---

(1) Lanoplotherium comune — *Era della taglia di un'asino di forma grossolana, con gambe grosse, e corte, avendo una lunga coda; egli avea delle specie a gambe delicate le quali dovevano essere perciò più svelte ed agili, e si incontrano di quelli, i quali non avevano che la grandezza di una lepre, ed ancora di porco d'India, e che non per tanto erano adulti.*

Il Paleotherium magnum, era della grandezza di un cavallo e della forma di un tapir, ma tra le specie diverse si son trovate delle più grandi e delle più piccole, ed ancora alcune al di sotto della grandezza di un montone.

nente. Talchè il bacino di Londra rassomiglia più al bacino di Bruxelles che a quello di Parigi, e mentre la calcarea è grandemente sviluppata intorno Parigi, al contrario le argille caratterizzano i depositi delle vicinanze di Londra, siccome le sabbie formano la parte dominante intorno Bruxelles. Adunque è nell'*argilla di Londra*, (London clay) in mezzo alla quale si trovano la più parte degl'i avvanzi di molluschi, che formano la calcarea grossiera di Parigi, mentre l'argilla plastica di quella località, vien rappresentata nel bacino di Londra dalle sabbie e dai ciottoli rotolati, contenenti degli ammassi argillosi.

Nell'enunciare alcuni caratteri speciali dei terreni di Londra per meglio valutare la differenza che avvi con la formazione Parigina, fa uopo aggiungere che il possente deposito dell'*Argilla di Londra* è principalmente composto da una marna argillosa, frequente sabbiosa, ordinariamente di colore grigio, o nerastro, contenente dei *rognoni* di calcarea argillosa, attraversata da vene di calcarea cristallina, e presentando alle volte delle geodi tapezzate di cristalli di baritina. Incontrasi parimenti in questi depositi la pirite ed il gesso cristallizzato, mentre i fossili vi sono più rari che nel bacino di Parigi — Superiore a questo deposito segue con stratificazione spesso discordate, un letto di sabbie (designato col nome di Bagsohot sand), che è composto da sabbia ocrosa, mista a sabbia verde; alle quali succedevano le argille verdastri e le marne fogliettate. Queste rocce sono accompagnate da avanzi di grandi mammiferi, tra i quali figurano i mastodonti (M. angustidens), gli elefanti (E. primigenius), gl' ippopotami (H major), i rinoceronti, ed ancora rinvengonsi avanzi di ruminenti, di castori, di cetacei sebbene su questi ultimi fossili insorgono alcuni dubbi, e massime sugli elefanti, i qua'l dimostrerebbero di appartenere ad un deposito posteriore diluviano superficiale, che sarebbesi mescolato con la parte superiore del deposito in esame.

Terreno del Vicentino e monte Bolca. — Al sistema inferiore di cui ci occupiamo, sembra appartenere un altro deposito che si trova al piede delle Alpi nel Vicentino e nel Veronese, che è rimarchevole per la mescolanza che offre del calcareo tritoniano con le rocce trappiche e granitiche, percui il Brongniart l'appellava sistema *calcareo-trappico.* Esso è generalmente composto di calcarea ordinariamente grossiera che passa soventi alla calcarea compatta od alla marnosa. I suoi strati sono per lo più orizzontali, sebbene sonovi di quelli più o meno inclinati. Questo deposito contiene una gran quantità di fossili che annunziano appunto una natura analoga a quella degli strati inferiori del sistema di Parigi. È appunto in questo sistema che trovasi il monte Bolca, tanto celebre per la quantità prodigiosa dei pesci fossili che contiene (ittioliti). Questi animali rinvengonsi in un calcareo argilloso, giallastro, stoliaceo, che è accompagnato alle volte da calcarea compatta e da rocce appartenenti alla formazione ignea, e specialmente il basalte e la spolite. I pesci vi si trovano molto ben conservati e collocati naturalmente sul lato. Agassiz, nelle sue ricerche sui pesci fossili, vi ha riconosciuto 127 specie tutte marine, delle quali non se ne conosce alcuna vivente.

Depositi di zolfo di Sicilia. — Finalmente a questo sistema vanno riferiti, secondo ogni probabilità, i ricchi depositi di zolfo in Sicilia, dappoichè trovansi essi soprapposti alla calcarea cretacea con nummoliti, e con ispecialità nella marna gessosa bleù, accompagnando quasi sempre lo gesso e la celestina. La qual giacitura diviene sempreppiù probabile dietro le osservazioni fatte ed i lavori pubblicati degli Egregi signori professori Calcara e Maravigna. Lo zolfo rinviensi per lo più cristallizzato, in forme cristalline diverse, ammirabili per grandezza e per nitidezza.

2.° *Sistema medio.* — Soprapposti ai gessi di Parigi ed alle materie argillose che le accompagnano si trovano dei depositi di sabbia spesso di grande spessezza, e sulle prime

colorite dall' idrossido di ferro inferiormente, poi diventon bianche e pure. Queste sabbie siliciose, alle volte micacee contengono pochi fossili, ed in esse si trovano del gres in banchi e il più soventi in blocchi disseminati. Questa formazione è un poco più sviluppata nella foresta di Fontana bleù, ove si veggono immense colline di sabbie ricoperte da blocchi di gres di un volume soventi molto considerevole, e non è raro incontrare in questo deposito del gres puri ed in un certo modo cristallini, i quali servono ai lastricati di Parigi. Gli strati superiori di questo sistema sono formati da calcarea, da silice molare, e da sabbia. La calcarea poi è tufacea, ed in qualche parte è compatta e viene attraversata da piccole cavità tubolose, le quali sono perpendicolari al piano di stratificazione: la qual cosa addimostra che nella loro origine han dovuto dare passaggio a sostanze gassose che provvenivano dai piani inferiori. Questi depositi di natura lacusare sono caratterizzati dalle limnee, dai planorbi, ed altre conchiglie di acqua dolce. In questo deposito s' incontrano ancora degli avanzi di vegetabili acquatici, come i semi della *cara gyroganites* la nynphaea aretaussa ecc.

Lignite di Provenza e di Svizzera. — Al sistema medio sembrano appartenere molti altri depositi ninfeani del mezzogiorno della Francia, e specialmente quelli che contongono la lignite di Provenza secondo i pensamenti di Elia di Beamont. Questa lignite rassomiglia molto al litantrace, ma non gode la facoltà di rigonfiarsi nè di agglutinarsi nel tempo della sua combustione. Viene essa esplotata in molte località, e specialmente a Fuveau; ove si alterna con gli strati di marna che passa alla calcarea argillosa, ordinariamente nerastra, alcune volte scistosa, e soventi bituminosa e fetida. Incontransi in questi strati gran copia di conchiglie, che si rapportano alle melanie, alle paludine, alle cirene, alle unioni, e sonosi parimenti rinvenuti delle ossa che si crede abbiano appartenuto ai coccodrilli, e molti a-

vanzi vegetabili, specialmente la Phillites cinamomifolia.

Parimenti al sistema in esame và riferito una varietà di macigno poco solido (molasse degli Svizzeri) e che tiene alla sua parte inferiore della lignite simile a quella di Provenza. Tra le esplotazioni di questo combustibile è notevole quella che si fa a Koepfnach presso Horgen, nel cantone di Zurigo, la quale è celebre perchè in essa vi si rinvengono degli avanzi di castoro, di mastodonte e rinoceronte, oltre alle solite planorbi, elici, melanie ecc. In generale tutte queste ligniti sembrano essere state formate principalmente da piante conifere, delle quali se ne riconosce il tessuto per mezzo del microscopio, anche che l'esame cada nella massa stessa del combustibile, ovvero nei legni disseminati in mezzo ai diversi depositi. Inoltre diverse piante si rinvengono in questo sistema, delle quali si trovano qua e la disseminati i legni, alcuni dei quali allo stato silicioso che mostrano dinotano chiaramente essere appartenuti a piante dicotili doni, perchè caratterizzati sopratutto da grandi vasi longitudinali; da ultimo vi son de' casi, sebben rari, che si sono incontrate le stesse foglie ed ancora dei frutti.

Deposito salifero della Gallizia. — Non possiamo dispensarci di aggiungere alcune parole sul deposito salifero di Gallizia divenuto molto importante sotto il rapporto economico, e sebbene l'opinione dei geologi non sia ancora stabile riguardo alla sua posizione geognostica, essendovi di coloro che lo riguardano far parte del gruppo giurassico, mentre secondo Boue ed altri geologi distinti, si rapporta al sistema che ci occupa, e gli assegnano una posizione molto elevata in esso, cioè contemporaneo alle *molasse* Svizzere. Il più importante di questi depositi salliferi è quello di Wieliczka, ove gli ammassi, i blocchi ed i rognoni di salmarino formano un insieme di presso a poco i 2500 metri di lunghezza sopra 1000 di larghezza, e piucchè 200 di profondità. Questo deposito si suddivide in tre letti o piani. Il più elevato, che si chiama *sel vert*, è composto di rognoni

mescolati da materie argillose e sabbiose. Ed è appunto in questa divisione che si trovano delle porzioni di sale, le quali godono la proprietà singolare di decrepitare messe nell'acqua, svolgendo il carburo d'idrogeno allo stato gassoso. La seconda divisione si compone di ammassi di blocchi e di rognoni di un sale più puro, che si chiama *spiza*. Ed in fine il piano inferiore è composto da possenti ammassi di un sale più puro ancora che si appella *szibik*, che è ordinariamente lamelloso. A Wieliczka il sale gemma è accompagnato dal gesso, dalla karstenite, dalla lignite e dallo zolfo, i quali minerali tutti si trovano in una marna di color grigio scuro e che passa talvolta al rossastro. Questa marna che è sempre impregnata di sale, è più o meno argillosa, e diviene ancora solcbbiosa e passa alla *molasse* principalmente nelle parti inferiori del deposito. I fossili vegetabili sono abbondanti in questi terreni e sopratutto nella divisione detta *spiza*, sebbene le loro specie non si sono potuto determinare in una maniera affatto positiva. I fossili animali sono ancora meno abbondanti, e quelli che vi si rinvengono sono talmente alterati da non poterli classificare.

Del resto Bone crede di trovarvi delle nucule, *nucala magaritacea*, N. *deltoidea*, delle telline, delle paludine, dei milioliti. Infine Lyell crede avervi trovato ancora *l'ostra navicularis* e dei denti di rinoceronte.

3.° *Sistema superiore o subappennino.* — Le colline che terminano e si diramano nella gran catena degli Appennini, presentano dei grandi depositi designati col nome di terreni subappennini, i quali offrono esempi dei tre sistemi di questo gruppo, e principalmente il superiore. Questi depositi sono alle volte lacusteri, ed altre volte marini, e poggiono superiormente alla molasse, trovandosi con essa in stratificazione discordante, la qual cosa annunzia una distinta divisione, e perciò dimostra una formazione novella. Questo sistema sembra potersi dividere in due piani differenti di cui il superiore è composto da strati di sabbia di

un giallo rossastro soventi mescolati ad argilla, e nel quale si trovano dei banchi sottili di macigno friabile, e l'altro piano vien fatto da strati di marne più o meno calcarifere. Questi depositi contengono una immensa quantità di conchiglie notevoli per la bella loro conservazione. Il signor Deshajes ne ha determinato piucchè 700 specie, delle quali la metà sono simili ancora a quelle che vivono nel mediterraneo. Da questa osservazione risulta esservi una progressione sempre crescente con la quale le conchiglie sempreppiù si ravvicinano alle viventi, poichè se la calcarea Parigina ne conteneva i tre centesimi delle conchiglie analoghe a quelle dell'epoca attuale, la molasse conchiglifera ne conteneva i 18 centesimi; ora siam giunti a questo sistema ove la metà dei molluschi sono analoghi a quelli viventi. Sono notevoli principalmente il *balanus crassus*, *la rostellaria pespellecacci*, *la pleurotoma rotata*, *il bucinum prismaticum*, *la voluta Lamperti* ecc. e la più parte delle conchiglie del mediterraneo. Oltre alle conchiglie fossili si rinvengono le ossa dei mammiferi, come quelli di elefanti, mastodonti, rinoceronti, cervi, bovi, sulle quali si trovano soventi attaccati avvanzi di animali marini, come le serpole, balani ec. Questi depositi contengono ancora degli ammassi di lignite che sono adoperati con vantaggio in diversi luoghi. Oltre a ciò alcuni di essi presentano degli strati regolari di un combustibile compatto, accompagnato da conchiglie di acqua dolce. La qual cosa annunzia sicuramente che questi depositi si siano fatti tranquillamente e lentamente nei laghi. Però nella maggioranza dei casi questi depositi non offrono che degli ammassi irregolari di legno e di cui alcuni presentono il tessuto proprio delle conifere, e gli altri quello delle piante dicotiledoni.

A questo sistema sembra appartenere il *cray* d'Inghilterra che è un'aggregato mobile di quarzo, di limonite e di calcarea, come ancora il deposito chiamato *falun* che è una roccia molto comune nella Turena, composta quasi tutta di

frantumi di conchiglia, oltre a che questi depositi costituiscono ancora le sabbie delle lande, distese sopra i terreni della molasse, dalla riva dritta della Garonna, all'Oceano. La Sicilia e la Sardegna contengono dei depositi analoghi, e si trovano nelle vicinanze di Nizza, di Marsiglia, le vicine colline di Torino per sino all'estremità d'Italia, e finalmente il deposito di Oeningen viene da Elia e da Beaumont rapportato al sistema in esame. Questo vien fatto da sottili strati di calcarea, di marna argillosa, di calce scisto, e di macigno, i quali presentono l'odor bituminoso il più delle volte, e contengono una gran quantità di fossili di cui i naturalisti si sono molto occupati, e uno dei più celebri conosciuto da molto tempo col nome di *Homo diluvi testis*, che è stato riconosciuto per un tritone o salamandra aquatica, di un metro di lunghezza. Finalmente pare che a quest'epoca del terreno subappennino dato il riempimento dei dislogamenti del terreno giurassico per mezzo delle brecce ossee, come osservasi ad Antibo, in Nizza, a Gibilterra, o per i minerali di ferro in grani, come nel basso reno. Era allora che dovevano vivere i mammiferi carnivori dei quali troviamo gli avvanzi nelle caverne che loro servivano di abitazione siccome appresso vedremo.

Riflessioni sui fossili del gruppo sopra cretaceo. — Dalla esposizione de'vari sistemi che formano il gruppo sopra cretaceo facilmente si rileva la gran differenza degli esseri organizzati fossili che comprendono, con i fossili delle anteriori formazioni. In effetti nell'epoca sopra cretacea abbiamo rinvenuto maggior copia di mammiferi e di testacei, le cui specie in buona parte sono identiche a quelle ora viventi. E volendo esaminare diligentemente e con viste generali i fossili tanto animali che vegetabili di quest'epoca, otterremo le seguenti considerazioni. Che la fauna di questi terreni era ben differente da quella delle epoche antecedenti, dappoicchè i sauri giganteschi erano scomparsi; ed in loro pur erano rimasti i grandi coccodrilli di acque

specie, alle quali si congiungevano le dicotiledoni, e le palme abitavano tutta Europa, ciocchè fa supporre essere la temperatura media di quell'epoca, simile a quella del Basso Egitto di oggi, cioè di circa 22 gradi.

Estensione e relazioni geografiche del gruppo sopra cretaceo.—Questo gruppo che abbraccia tanti sistemi e depositi diversi, è poco esteso, ma è molto ripetuto alla superficie del globo, presenta differenze notevoli secondo le località, e costituisce quasi sempre piccole colline o pianure interrotte da sollevamenti di rocce appartenenti al gruppi antecedenti. Alcuni depositi di questo gruppo sono sviluppati in Francia costituendo il bacino di Parigi, della Gironda intorno Bordeaux, in Inghilterra forma il bacino di Londra, e di Sauttumpton, e nel Belgio quello di Bruxelles. Esso trovasi pure nella Svizzera, nella Baviera, in Ungheria, in Austria, in Polonia, ed è estesissimo in Italia, in Grecia, nelle Spagne, e massimamente nelle base e sui versanti delle Alpi, dei Pirenei e degli Appennini, ed in molte altre località che lungo sarebbe il noverarle.

Digitized by Google

CAPITOLO IX.

DEL GRUPPO DILUVIANO.

Sinonimia. Diluvium, o antichi alluvioni, Werner. — *Terreno dell'ordine superiore*, Conybeare. — *Terrains clysmians*, Brongniart. — *Terrain diluvien*, D'Halloy. — *Gruppo dei massi cretaci*, De La Bèche — *Terrains de trasport*, Lecoq — *Formazioni terziarie di trasporto antico*, Lyell. — *Terrains de trasport et d'alluvion ancienne*, Baudant. — *Diluvium*, Buckland.

Il gruppo che si disegna col nome di diluviano, presenta altrettanta difficoltà nella sua separazione, in quanto che esso confondesi non solamente con gli altri terreni terziari, ma ancora con i terreni moderni, a ciò si aggiunge chè ad esso non possiamo applicare con rigore i soliti principi di classificazione da noi adottati senza dargli maggiore o minore estensione, appartandoci manifestamente dall'ambiezza di significato col quale tale denominazione è ricevuta dalla più parte degli scrittori. Quindi questo gruppo è stato stabilito piuttosto per motivi di convenienza e di opportunità e debbasi riguardare come provvisorio. Che anzi bisogna aggiungere che questa divisione di depositi nella serie geologica non forma un gruppo propriamente detto, poicchè non contiene un complesso di terreni subordinati come i precedenti, ma solo dei prodotti soventi isolati, i quali spesso non hanno di comune altro che le circostanze di loro formazione, ovvero di origine. In fine i materiali di questo gruppo formano il passaggio tra i prodotti delle cause che hanno cessate di agire di una maniera apparente e manifesta, e quelli di cause che agiscono tutta via sotto i nostri occhi.

Digitized by Google

Questa divisione o gruppo di terreni comprende i *depositi mobili*, *i massi erratici*, *i depositi plusiaci*, *il ferro di alluvione*, *le caverne ossifere*, *e le brecce ossifere*.

Depositi mobili deluviani. — Questi depositi chiamati altrimenti *alluvioni antichi* sono molto sparsi alla superficie del globo, ed è raro incontrare delle contrande ove non se ne trovano tracce, soprattutto nelle valli e nei piani vicini alle montagne. Essi sono posteriori ai terreni subâppennini ad anteriori a quelli che si fanno oggigiorno, ed a quelli che si son fatti dopo i tempi storici sulle coste, nei mari, nei laghi, ne' fiumi. Tali depositi manifestano grandi fenomeni d' immensi trasporti, e grandi accidenti di erosione di cui sono incapaci i nostri attuali fiumi; essi inoltre trovansi a livello tale, che le attuali acque non possono raggiungere, e sopra estensioni che non possono coprire. Con ogni probabilità si riguardano essi come risultato dal *diluvio universale* di cui la memoria ed il racconto si trovano nei libri santi della bibia, e nelle tradizioni mitiche e religiose di quasi tutti gli antichi popoli. Avremo però ad osservare che detti depositi non hanno relazione con questo avvenimento, il quale sembra essere stata parte di una grande inondazione posteriore all'apparizione dell'uomo sulla terra, mentre in questi depositi in nessuna parte di Europa rinvengonsi avanzi umani, i quali certamente sarebbonsi conservati con tanta intierezza e precisione al pari degli elefanti e di tutti gli animali che sono periti in quella grande catastrofe.

La forma dei depositi in esame è generalmente varia. Nei piani lontani da alte montagne non si compongono ordinariamente che di strati sottili, collocati sui depositi anteriori, e vengono caratterizzati dalla presenza dei ciottoli rotolati. Nelle valli poi, formano soventi degli strati molto irregolari che si distendano sul fondo e per i fianchi delle stesse, i quali interrotti soventi e rigonfiati, costituiscono a tal modo colline intiere ai piedi di alte montagne, ed al-

tre volte riempiono le cavità allungate da rassomigliare ai filoni — Riguardo alla composizione di questi depositi si osserva che essi risultano da materie arenacee, da sabbie e ciottoli, che si mescolano più o meno intimamente, formando abbondanti masse conglomerate. In cose vi si riconoscono dei ciottoli rotolati i quali si rapportano talvolta alla calcarea siliciosa ai gres differenti, alla silice della creta, e gli avanzi organici di questa formazione, alle calcaree giurassiche, ed in fine ai graniti ed alle sieniti, ed altre rocce di origine ignea.

Il cemento che unisce questi frammenti ha comunemente per base l'idrato di ferro, o il carbonato di calce più o meno mescolato ad argilla ed alla sabbia, e non sono vari i cari in cui il cemento è puramente siliceo ovvero argilloso.

Avvanzi organici degli antichi alluvioni.—È appunto negli antichi depositi di alluvioni che si rinvengono molte generazioni di mammiferi fossili, tra i quali sono notevoli per l'abbondanza e per la maggior taglia degli attuali viventi gli elefanti, i mastodonti, i rinoceronti, gl'ippopotami, i dinoteri, ed i grandi megateri o animali del Paragnay, i quali avevano quattro metri di lunghezza sopra due di altezza. A questi avanzi vanno uniti le ossa di jene, cani, gatti, orsi, cavalli, bovi, cervi ecc. ecc.

Pare ancora che a questi depositi si rapportano parimenti gl'immensi ossuari dell'Oceano Giaciale del Nord, sulle coste della Siberia e nelle isole circostanti: ivi un immenso numero di animali conservando la loro carne dopo migliaja di anni, sono infossati nelle sabbie consolidate da ghiacci » perpetui vi si trovano con i cervi ed i cavalli, gli elefanti » ed i rinoceronti coperti di pelo, ciocchè sembra indicare » che le specie che vivevano allora nei nostri climi, erano » destinati per le loro pellicce a sopportare delle tempe- » rature più basse di quelli a pelle nuda, che abitano og- » gigiorno l'Asia meridionale e l'Africa. Le difese di que-

» sti elefanti dell' antico mondo sono poste in commercio » dai Russi e sono ricercate entrando in concorrenza con » quelle degli elefanti moderni (Beudant) ». Sarebbe poi troppo nojoso indicare i luoghi ove rinvengonsi gli avanzi antidiluviani dell' antico mondo, e se prima si citavano alcuni luoghi, perchè i piani di Siberia e la Valle d' Arno in Toscana, come abbondanti di fossili mentovati, ora che le ricerche geologiche sono generalizzate, non vi è contrada del vecchio e nuovo mondo in cui non si sieno trovati scheletri abbondantissimi delle citate specie. La sola riflessione opportuna che da tali osservazioni risulta si è quella assai importante, che le stesse specie si trovano per tutte le zone, ciocchè indica in un certo modo eguaglianza di temperatura media, e similitudini di clima per le diverse regioni della terra.

In quanto riguardasi gli avanzi di molluschi di questi depositi, offrono essi poco interesse, e sono analoghi per lo più a quelli dell' epoca moderna. Gli avanzi vegetabili sono ancora assai comuni, e mentre alcuni hanno conservato le loro forme, gli altri le hanno affatto perdute e formano delle legniti e della torba più o meno bituminosa.

Massi erratici. — Si dà il nome di massi erratici, ad alcuni frammenti di rocce, spesso assai grossi, e d' ordinario della natura delle rocce cristalline, alquanto rotondati ovvero angolosi, e che si trovano isolati, o sparsi alla superficie di tutt' i terreni fin' ora esaminati, ovvero si trovano infossati nei depositi mobili, giacendo più raramente sopra delle montagne molto elevate e più copiosamente alla base di esse. Tutto il Nord di Europa e dell'America, presenta una gran copia di blocchi erratici, di un volume alle volte considerevole, e che sembrano essere trasportati verso l' equatore da cause le quali sorpassano di molto le forze attuali per la loro intensità. E tra le giaciture più importanti di essi si può citare il gran piano che si estende dal mare del Nord, ai monti Urali. Ivi i massi erratici vi ri-

posano sul suolo, o sono infossati nei depositi sabbiosi ed argillosi che ricuoprono questo piano: sono essi di natura diversa, ma in generale appartengono alle rocce le più coerenti dei terreni primordiali, e sopratutto alle rocce granitiche. Essi generalmente hanno aimiglianza con le rocce le quali costituiscono catene di montagne più o meno lontane dai luoghi ove si rinvengono, e per lo più vi si riconoscono le diverse rocce delle montagne della Scandinavia, della Finlandia, e degli altri monti che ne continuano la catena.

Può dirsi in generale che tali massi s' incontrano da pertutto, e il nostro regno ce ne offre anche degli esempi, siccome mi venne dato osservare in Basilicata nel Distretto di Melfi sui monti di Avigliano.

Questi massi si trovano ancora percorrendo i piani della Vestfalia, della Prussia, della Polonia, e della Lituania. Se ne trovano in numero immenso sulla parte orientale dell'Inghilterra, i quali offrono gli stessi caratteri delle rocce Norvegiche, sul monte Giura, che hanno i caratteri delle rocce delle Alpi, non ostante il mare e le sterminate valli che dividono questi luoghi. In fine non sono rari gli esempi di questi massi nei Pirenei, nei Vosgii, nello stesso bacino di Parigi, negli Stati Uniti, nelle Indie e dappertutto. Però i più voluminosi blocchi che si conoscono sono quelli che si trovano sulle coste meridionali del mar Baltico; e in Berlino ultimamente fù fatto un taglio di granito che aveva 21 metri di circonferenza, e che era tolto da un grosso blocco del peso di circa 300, 000 chilogrammi, il quale riposava sulla sabbia presso Fursenhale.

Origine dei blocchi Erratici — Per dare spiegazione dei mentovati fatti, siamo costretti ad immaginare delle cause le quali hanno agito con grande impeto e che superano le attuali forze. Talchè alcuni Geologi opinano con de Buck che impetuosi inondamenti succeduti nella direzione che ci viene additata dagli stessi massi, li abbiano trasportati ove ora si trovano, credendo che l' acqua fangosa a

forma di torrente dovea essere fornita della più grande velocità da essere capace di produrre gli effetti i più prodigiosi che possano immaginarsi. Altri Geologi sostengono con Charpentier per dare ragione del trasporto di questi enormi pesi a grande distanza, che immensi ghiacci distaccati dalle regioni polari galleggiando per mare con i pezzi delle rocce su cui riposavano, l'abbiano poi trasportati e depositati nei luoghi ove si trovano. Quale sia la opinione più veritiera di queste due, io la ignoro: molti si perdono in congetture, in ipotisi, in sistemi, ma bisogna confessare che lo studio della Geologia non è ancora avanzato per ispiegare diversi fenomeni i quali sono e forsi saranno per lungo tempo senza ragionevole e completa spiegazione.

Depositi Plusiaci.—I geologi dopo Brognart hanno designato sotto il nome di terreni plusiaci diversi depositi di alluvioni incoerenti o poco aggregati, nei quali si trovano dei minerali preziosi, come il diamante e le altre pietre o gemme di valore, non che l'oro, il platino, lo stagno, il ferro. Essi si presentano in depositi spessi, alle volte vasti, riempendo il fondo delle larghe valli, o si estendono nelle pianure elevate, ed alle volte infine covrono i pendii poco inclinati delle colline, risultando da materie terrose, da sabbie fine, e da ciottoli di quarzo, d'amatista, di diaspro, di ftanite, di ossido di ferro, da titanato di ferro ec. I ciottoli non sorpassano raramente la grandezza di un' uovo; e rare volte raggiungono maggior grandezza.

Le pietre preziose che vi si trovano appartengono alle specie seguenti. Il corinton di tutti colori, gli spinelli, i cimofani, i topazi, i girconi, infine i diamanti. I più celebri depositi plusiaci per l'abbondanza dei diamanti, e delle altre gemme che contengono, s'incontrano nell'Indostan, all'Isola Borneo, nel Brasile, e nella base dei monti Urali nell'America Settentrionale, ove si trovano pure l'oro ed il platino assai abbondantemente.

Ferro di alluvione—Ai depositi di alluvione molti Geo-

logi rapportano alcuni minerali di ferro designati col nome di ferro di alluvione o ferro in grani. Questi minerali appartengono alla specie limonite e formano dei filoni frammentari, o degli strati di frammenti e di grani della grandezza di un pisello, più piccoli o più grossi, sempre però di un volume assai uniforme. Questi grani sono ordinariamente aggregati da un' argilla ferruginosa; che forma con gli strati di sabbia di argilla e di calcarea conglomerata piccoli strati superficiali o riempie le fenditure delle altre rocce inferiori. Tali depositi sono specialmente comuni nel Berry, nell'Argovia, ed in altre località, ma sembra che la varietà di limonite, detta *pisiforme*, secondo la più probabile opinione si rapporta piuttosto al gruppo giurassico. Vi è poi un'altra modificazione di ferro di alluvione che è affatto straniero ai terreni in esame, e si distingue dagli altri, poichè le parti aderenti che si trovano aggregati nei depositi terrosi sono più voluminosi, ed in generale non hanno la forma di grani e di frammenti arrotonditi, ma presentano sibbene frammenti angolosi, o rognoni, o blocchi, o massi che contengono delle geodi tapezzate da cristalli di quarzo o di calce carbonata. Per questi caratteri e per la loro speciale giacitura van riferiti tali depositi al piano superiore della creta.

Caverne ossee. — Qui cade in proposito di occuparci di altri fatti i quali si riferiscono ai depositi dell'epoca diluviana, e principalmente delle così dette *caverne ossifere*, nelle quali si sono rinvenute delle ossa di animali in grande abbondanza, e che si trovano sparse in molte località. Queste caverne sono infossate in depositi terrosi che si riferiscono ai terreni di alluvione, e si opina che sia stato probabilmente il ricovero delle bestie carnivore dell'epoca, le quali ivi ritiravansi per divorarvi la loro preda. Le più anticamente conosciute per gli avvanzi di mammiferi che contengono, sono quelle dell'Artz nella Franconia, ma dopo che Buklaud ha fatto conoscere che bisognava togliere le

sabbie, i ciottoli rotolati, le stalagmiti, ed altri depositi i quali ricnoprono le ossa, e servono a nascondere queste cavità, esse si sono trovate dappertutto, e specialmente in Westfalia nelle vicinanze di Liegi, a Kirkdale nella Contea di Jork Shyre in Inghilterra, nella Lingnadocca, e in generale dappertutto vi sono comuni. Le ossa che vi si rinvengono non sono giammai riunite in scheletri intieri, ma esse sono separate e disperse, più e o meno fratturate; ed alcuni sembrano ancora essere state spezzate ed intaccate da denti di un animale carnivoro; essi infine per la maggior parte sono accompagnati da ciottoli rotolati, ed appartengono agli Orsi, specialmente nelle caverne di Allemagna, in dove domina una specie molto grande di quest' animale che si chiama *Ursus Spelaeus*. In Inghilterra in contrario sono le ossa di Jene che si trovano più abbondanti, mentre nella Franconia una specie di lupo incontrasi molto più comune.

Del rimanento Bukland ha trovato nelle caverne di Khirkdale nel York-Shyre oltre agli avanzi di Jene, di Orso e di Lupo, quelle di Tigre, di Cani, di Gatti, di Lepri, d' Elefanti, di Rinocerontì, di Cavalli, di Bovi, di Cervi, di Rettili, nè vi mancano esempi di testacei ad essi mescolati. Che anzi vi sono autori, tra quali il Dottor Schemerling, i quali credono di aver rinvenuto fra gli scheletri di mammiferi delle ossa umane, ed i monumenti dell' industria umana; ma però molti Geologi sono di avviso, e più sennatamente, che questi oggetti debbano essere considerati come appartenenti ai depositi moderni, e casualmente ivi depositati.

Tutte queste ossa per lo più si trovano in un terriccio nero e fetido, che provviene senza dubbio dalla decomposizione della carne, e delle parti molli delle numerose generazioni di animali che si rifuggivano nelle caverne, e che ivi terminavano la loro esistenza, riconoscendosi ancora le deiezioni nel mentovato terriccio. Queste ossa inoltre sono mescolate a ciottoli rotolati e sono ricoperte da una specie

di limo, ciocchè annunzia che delle correnti di acque fangose hanno dovuto penetrare nel vacuo delle caverne, e ciò tanto più volentieri lo diciamo, in quanto che le ossa o si trovano riunite dalle acque in un solo ammasso, o altre volte sono sparpagliate nel limo istesso, e gli scheletri non si trovano mai intieri siccome si è detto. Superiormente a questo fango si trova sovente uno strato di stalagmiti calcarei, la qual cosa indica che delle acque cariche di carbonato di calce han penetrato il deposito, e vi han dato della consistenza, servendo da cemento ai frammenti trasportati. Questa maniera di deposito si ripete per più volte nella stessa cavità. Finalmente vi sono dei casi in cui si scuoprono delle caverne in dove i fenomeni hanno dovuto succedere diversamente non osservandosi aperture laterali, ed ove le ossa si trovano infrante, dislogate, e mescolate con avanzi di rocce e di ciottoli rotolati, i quali ne riempiono tutta la cavità. Questo stato tumultuario di cose per cui i depositi si sono aggruppati e soprapposti senza simmetria alcuna fa supporre che le aperture verticali per le quali vi si penetra, e che accidentalmente sono state scoperte hanno dovuto dare passaggio alle correnti di acqua, le quali penetrandovi con gli avvanzi minerali, e con i cadaveri di animali tumultuariamente le hanno riempite senza verun ordine.

Le caverne ossee si trovano specialmente nella calcarea giurassica, frequentemente, e molto raramente s' incontrano nella creta, non mancando rari esempi di esse nel macigno.

Brecce ossee. — Le brecce ossee riempiono le grandi fenditure dei monti, e sembrano essere trasportate dalle acque ed essersi depositate in quelle cavità. Esse sono state principalmente osservate sulle coste settentrionali del mediterraneo, e specialmente a Gibilterra, ad Antibo, a Nizza, in Corsica, in Sardegna, nel nostro Regno ecc., ove formano dei filoni nella calcarea, costituiti di sabbia, di li-

monite, contenendo molti frammenti angolosi di diverse rocce e degli avvanzi di corpi organizzati; principalmente delle ossa di ruminanti. Tali sono le ossa di Cervi, una specie di antilope o di montone; dei Cavalli, dei Gatti, un Cane ec, e molte specie di conchiglie terrestri, fluviateli, e lacustri. Dalla quale esposizione volentieri si comprende, che gli animali delle brecce ossifere, come quelli delle caverne appartengono a generi che tutt'ora vivono, ma che si sono ristretti ad abitare la zona torrida. In quanto alle differenze che sembrano esistere tra gli animali dei depositi di alluvione, e quelli delle caverne e delle brecce ossifere, esse annunziano piuttosto altra ripartizione di specie che differenti sistemi di organizzazione, o tutto al più le differenze si riducono a questo, che i grandi pachidermi sono più frequenti nei depositi mobili, che i carnivori di mezzana grandezza caratterizzano le caverne, e che infine i piccoli erbivori sono abbondanti particolarmente nelle brecce ossifere. Tutte poi queste ossa han subito poche alterazioni, rinvenendosi in esse ancora i principi gelatinosi.

Osservazioni.—Dal fin qui detto sulle condizioni in cui si trovano i diversi depositi diluviani, chiaro si rileva che la maggior parte di essi sono dovuti a grand' inondazioni avvenute sopra vastissimi spazi, o a tali catastrofi che più non veggiamo ripetersi a tempi nostri, o che almeno non si rinnovano con quella terribile energia di come una volta, poichè dagli effetti straordinari calcoliamo la immensa forza delle cagioni, le quali non più sembrano di agire con tanta straordinaria veemenza.

In fatto, gli effetti prodotti ci mostrano che enormi correnti d'acqua all'epoca di questi terreni han dovuto stabilirsi in tutte le direzioni; ed hanno solcato tutti i depositi che si trovavano allo scoperto, trasportando gli avvanzi di tutte le parti. Questi fatti si sono cercati di spiegare, o per i sollevamenti delle Alpi, o per una corrente violenta e rapida che sarebbe avvenuta dal Nord al Sud;

e che avrebbe trasportato i blocchi erratici, ed i diversi depositi di alluvione. Per dare appoggio a questa opinione, alcuni dotti han pensato, che la posizione dell'asse di rotazione della terra dovette subitamente cangiare. Quest' ardita opinione renderebbe conto dell'esistenza dei mammiferi nei luoghi ove essi potevano ritrovare la loro nutritura., e la di cui temperatura avrebbe subitamente cangiata sotto l'influenza di questa causa perturbatrice. « La posizione » dell'equatore terrestre avendo cessato di essere la stes- » sa, le acque che si trovavano accumulate per la forza » centrifuga sviluppata nel movimento di rotazione del glo- » bo, han dovuto rifluire verso altri luoghi, e da ciò quelle » immense correnti, le quali hanno guastata e sconvolta » la sua superficie. Questo cangiamento di posizione nel- » l'asse della terra, che avrebbe potuto aver luogo per » l'incontro di un'astro che si sarebbe trovato nel cammi- » no del nostro pianeta, non è punto una cosa impossibi- » le; solamente essa è lontana d'esser dimostrata, e fino » al presente ciascuno non può riguardarla che come una » ipotesi che tiene alcune probabilità per essa. » (Baudri- » mont).

Mi è piaciuto qui rapportare il mentovato squarcio di un'illustre autore, il quale cerca con i lumi della scienza cosmica dar spiegazione di fenomeni appartenenti alla terra; e questa ipotesi merita ogni considerazione, precise se si ha in mira, che mutamenti planetari dal loro ordine consueto dei loro giri si effettuono oggigiorno, nè quindi si deve tenere come lontana ipotesi e al tutto irragionevole, quella sovra esposta, mentre in contrario deve essere stabile nella nostra mente il pensiero, che se nelle scienze naturali dei grandi fenomeni della natura non abbiamo idee maestose, e che superano la volgare intelligenza, non si avrà mai progresso nelle investigazioni. L'universo è immenso, come immense sono le sue forze, perenni i suoi cambiamenti, arcane le sue azioni.

CAPITOLO X.

GRUPPO MODERNO.

Sinonimia. Montagne di alluvione, Werner.—*Terreno dell' ordine superiore*, Conybeare. — *Terrains modernes*, D' Halloy. — *Terrains de transport et d'alluvion post diluviens*, Brongniart. — *Gruppo moderno*, De La Beche. — *Terrains de transport*, Lecoq. — *Formazioni recenti*, Lyell. — *Alluvions modernes*, Beudant. — *Alluvione*, Buckland. —

Col nome di gruppo moderno si disegnano tutti quei terreni che risultano dalle azioni delle cause attuali, delle quali ci siamo occupati nel principio dell' opera, come valevoli a mutare la superficie della terra. (Par. II. Cap. 6. e seguenti). Queste cagioni sono numerose e svariate, e danno origine a prodotti i quali non hanno altro rapporto fra loro se non quello della formazione contemporanea.

Questi terreni si trovano collocati su tutti i gruppi delle varie formazioni geologiche, poichè da per tutto si trovano gli effetti di cause e di forze moltiplici e distruggitrici che hanno operato per lungo volgere di tempo sulla crosta terrestre, e che tutt'ora continuano ad operare. In effetti non vi è riposo sulla superficie del globo: tutte le parti che la costituiscono provano gli effetti degli agenti esteriori, degl' imponderabili che incessantemente agitano la materia, provando dilatazioni e restringimenti per le variazioni di temperatura. Gli agenti meteorici, i venti, le piogge e le tempeste esercitando il loro prepotente dominio, agevolano gli sfacimenti dell' antica crosta terrestre. Le azioni perenni

dell' acqua de ruscelli, dei fiumi, dei laghi, dei mari, che agitate ed in azione corrodono la crosta terrestre, o dissolvendola per chimiche azioni, arrecano novelli prodotti e nuovi depositi. In fine le azioni plutoniche dei terremoti, dei vulcani, e quelle fisiologiche dei viventi, tanto animali che vegetabili, modificando il pianeta, formano novelli terreni, che sono quelli appunto di cui esponiamo i caratteri.

I terreni moderni sono caratterizzati principalmente dalla presenza dei monumenti dell' industria umana, e dai corpi organizzati simili a quelli che vivono attualmente. Ivi si trovano raccolti ciocchè si fa nei nostri giorni e ciocchè rimonta ai tempi storici. Malgrado tali distinzioni, i depositi moderni ed i diluviani son talmente confusi, che spesso torna difficile distinguerli. Il gruppo moderno può essere diviso in depositi mobili o di trasporto (*detritici*), che sono i più abbondanti; in quelli che si ottengono per chimiche soluzioni, e per esalazioni gassose, ed infine in depositi formati da organiche produzioni.

Deposito detritico o a coltura. — Incominciamo l' esame del gruppo moderno dal terreno detritico che non si compone di vere rocce, secondo la significazione che si dà al vocabolo, ma esso risulta dalla unione di frammenti di rocce e di corpi organizzati più o meno alterati e distrutti. Questo deposito ricuopre la maggior parte della superficie del globo e forma comunemente uno strato superficiale poco spesso, presentando numerose varietà, secondo i luoghi, la composizione, e la sua spessezza.

Terra vegetabile.—La parte superficiale del terreno in esame, siccome accoglie tutti i vegetabili che ornano maravigliosamente la superficie del pianeta ha così meritato il nome di terra vegetabile. Questa, risulta da strati per lo più sottili composti da sabbia o argilla mescolati a terriccio, cioè a sostanze vegetabili o animali distrutti e convertiti in polvere nericcia. Nelle contrade calcaree essa contiene la calce carbonata, siccome nei luoghi vulcanici trovasi mista alle ce-

neri ed alle sabbie vulcaniche. Dalla maggior copia dei principî che entrano nella composizione delle terre vegetabili prendono varia denominazione. Così, appellasi sabbionosa, argillosa, o calcarea quella terra vegetabile, ove la sabbia, l'argilla, o la calcarea principalmente predominano ed influiscono sugli effetti della vegetazione. Per l'uso della coltura poi le migliori terre vegetabili sono quelle che si compongono delle tre mentovate sostanze mescolate ad una certa quantità di terriccio. L'agricoltura cerca artifizialmente correggere la composizione delle terre per aggiustarle agli usi delle vegetazioni e delle coltivazioni diverse.

Queste specie di terreno di cui ci siamo occupati rivestendo la nuda superficie della terra, ed essendo l'ultima veste sparsa sui diversi terreni di sedimento destinata alla vegetazione, è ben naturale che contenga sepolti molti corpi organizzati i quali appartengono a specie che vivono ancora sui luoghi. Che però ci asterremo fare la enumerazione delle specie, poichè sarebbe ripetere ciocchè c'insegna la Zoologia e la Botanica nella esposizione della fauna e della flora attuale, la qual cosa non recherebbe utilità alcuna. Solo torna utile l'osservare, siccome diceva in principio, che il terreno detritico contiene una gran quantità di tracce della umana industria; come, vasi, metalli lavorati, armi, ed altri monumenti dell'arte umana, e della industria di sua fuggevole vita.

Depositi per trasporto, o alluvioni moderni. — Questi depositi sono formati da frammenti, il cui volume e forma sono variabili, e la qualità dei componenti è altresì diversa, trovandosi d'ordinario ammucchiati senza coerenza alcuna. Essi ordinariamente si trovano nelle valli, nei piani collocati alle imboccature dei grandi fiumi, come ancora sulle rive del mare; talche si dividono in fluviatili e marini. I terreni in esame debbono la loro formazione alle alluvioni: ai fiumi, alle acque del mare, al vento, ed al diaccio. In fatti i nostri fiumi depositano giornalmente delle

sabbie, e del limo, sia nel loro ordinario corso, sia nelle inondazioni. Le acque correnti dei fiumi aggrandiscono e modificano i letti, trasportano nei nostri mari gli animali, e le piante di tutte specie, ed alle volte corrodono e riempiono le valli che essi percorrono. I mari raunano le sabbie ed i ciottoli sulle nostre coste, e agitati, come sovventi sono dalle tempesti, dalle correnti e dalle maree, nello stesso tempo formano su i loro fondi dei depositi, i quali innalzati per nuovi sollevamenti, dovranno aumentare un giorno i nostri continenti. Per simiglianti azioni i nostri laghi si riempiono pure di tutti gli avanzi che le acque vi trasportano, cosicchè i terreni d'acqua dolce si aggrandiscono e forniranno più tardi dei terreni analoghi ai moderni.

Alle esposte azioni si aggiunge inoltre quella dei venti i quali cagionano le *dune*, o piccole colline formate da sabbie, che sollevа e trasporta da alcuni luoghi e li raccoglie in altri, per quindi distruggerli a lor posta per riformarli altrove, siccome avemmo occasion di esaminare antecedentemente. (parte 2. cap. IV).

Avanzi organici dei terreni di alluvione e depositi metalliferi. — I depositi mobili dei terreni moderni contengono, come volentieri si comprende, gli avanzi di tutti gli esseri organici che vivono attualmente alla superficie del globo. Così negli alluvioni dei fiumi si rinvengono gli avanzi delle conchiglie fluviatili che vivono ancora negli stessi luoghi, (tav. VI. fig. 16, 17, 18). *Paludina vivipera*, *Planorbis corneus*, *Lymnea stagnalis*. Negli alluvioni marini si rinvengono ancora le conchiglie simili a quelle ora viventi negli stessi mari — Riguardo ai depositi metalliferi dei terreni in esame si mettono essi in dubbio, credendosi che appartenessero piuttosto ai depositi diluviani. Però incontestabilmente si crede che alcune esplotazioni di metalli si facciano positivamente in questi depositi. Tali sono le piccole quantità di oro di platino e di stagno che si

traggono per lavaggio da talune località di Europa, come l' Ungheria per l' oro, e la Cornovaglia in Inghilterra per lo stagno.

Depositi formati per soluzioni acquose e che accompagnano l' esalazioni gassose. — Fra i primi depositi dovuti a questo modo di formazione bisogna noverare una roccia calcarea che volgarmente appellasi tufo. Essa in generale forma depositi isolati e poco estesi, e si presenta con una stratificazione alle volte molto pronunziata, ed altre volte costituisce ammassi ove gli strati sono pochi regolari. Vien questa formata principalmente da calcarea congrezionata che soventi passa alla calcarea compatta, ed altre volte al depositi arenacei, detritici, e di alluvione — La calcarea tufacea è ordinariamente riempita di pori e di cavità, offerendo una serie di piccoli fili rassomiglianti al musco petrificato. Le cavità che vi si osservano sono di diverse specie: alcune sembrano essere il risultato di aggregamento di piccoli sistemi di congrezioni che si sono uniti, lasciando un vuoto; altre rappresentano il sito di steli di piante, i quali dopo essere stati incrostati da materia calcarea han finito con distruggersi: altre cavità finalmente consistono in specie di tubolature verticali che danno l'idea di essere il risultamento del passaggio di sostanze gassose a traverso di una massa molle. Di questa calcarea si fa uso nelle fabbriche, e per la sua gran leggerezza la varietà cellulosa è molto stimata per la costruzione delle volte, consentendo di essere tagliata con una certa simmetria.

Travertino. — La pietra conosciuta sotto il nome di *travertino* che si estrae presso Ponte-Lucano tra Roma e Tivoli, e che sì possentemente ha contribuito alla magnificenza dei monumenti di Roma antica e moderna, sembra appunto una varietà dei terreni tufacei, sebbene si opina che fosse di origine più recente. Questa roccia si forma per soluzione acquosa ed ha la sua origine dalla precipitazione

della calce carbonata disciolta da un' eccesso di acido carbonico nell' acqua dei laghi o dei fiumi che fluiscono lentamente. Di questa specie di sedimenti se ne trovano esempi abbondantissimi. Sono molto speciosi i depositi di Tivoli nella campagna di Roma, nel lago di Tilese presso S. Germano, e sui territorio ove era edificata l'antica città di Pesto nella Provincia di Principato Citeriore. Abbondano in questi depositi le conchiglie di acqua dolce ed anche le terrestri, non che le foglie, i rami, i tronchi, ed altre parti di piante ora viventi, le quali si trovano incrostate nella calcarea.

Sabbie aggregate ed indurite. — È appunto col mezzo delle acque cariche di carbonato di calce che le sabbie trasportate, sia nei laghi di acqua dolce, sia nei mari, si consolidano giornalmente. Sono di esempio le sabbie del lago Superiore nell' America Settentrionale, quelle che si accumulano nello stretto di Messina, in molti punti della costa d' Inghilterra, alle Antillo, e principalmente alla nuova Olanda, al Perù, alla Guadalupa, in dove le acque calcarifere producono effetti maravigliosi. Queste materie arenacee divengono soventi assai solide da poter essere impiegate per uso di costruzione, ed in diversi luoghi esse sono estratte dalla riva del mare per tale uso.

Silice idrata. — Fra i sedimenti di minore importanza che si depositano dalle acque bisogna noverare la silice idrata, la quale in alcune sorgenti forma degli strati ben spessi, che giornalmente si accrescono. Abbiamo diggià fatto notare il *Geyser* in Islanda, in dove i depositi di 3 a 4 metri di spessezza si estendevano per fino ad un quarto di legha intorno alla sorgente. (Tav. 16 fig. 12.) Analoghi depositi si trovano negli Stati Uniti, nell' India, a S. Michele delle Azori, ed in altre località. In tutti i depositi di simil natura però si trovano avanzi organici vegetabili più o meno siliciosi, ed altri sono

affatto scomparsi e vi hanno lasciato solo la loro impronta.

Sal marino.—Ai sedimenti dovuti alle soluzioni acquose bisogna riferire ancora il sal marino che si forma nei luoghi ove evapora e ristagna l'acqua di mare o dei laghi salati, come pure il borato di soda e l'acido borico che con simili condizioni si producono da alcuni laghi dell'Asia e della Toscana. Similmente si effettuano tutti gli altri depositi numerosi delle acque minerali.

Depositi di sostanze organiche. — Finalmente all'epoca moderna si rapportano l'estese formazioni di sostanze organiche animali e vegetabili che costituiscono le isole madreporiche, le isole sottomarine, e le torbiere che sono in via di formazione, e che abbiamo indicate essere frequenti nell'Oceano Pacifico, nell'Indiano, e talvolta nello interno degli stessi continenti e delle grandi isole, come nella nuova Olanda, nelle isole di Sandwich e Thimor pag. 26.

Tutti questi svariati depositi, sia per il modo di formazione, sia perchè evidentemente si formano a nostri giorni, e per i fossili che contengono tutti simili alle specie viventi, manifestano chiaramente appartenere al gruppo moderno.

Conclusione. — Con questo gruppo diamo termine alla esposizione metodica dei differenti terreni sedimentari, che ricuoprono l'ossatura interna terrestre. E poichè abbiamo notato gran differenza negli esseri organici che si trovano sepolti, incominciando dai primi depositi inferiori e più antichi, per fino ai più superficiali e più recenti, ravvisando in essi una specie di scala organica i cui vari anelli incominciano dai più semplici viventi, in tutto dissimili dagli attuali organismi e seguitano per fino ai più complicati ed analoghi agli attuali viventi, avendo notato per ciascun gruppo varie condizioni, le quali ci porta-

no a credere essersi formati in altrettante epoche diverse, dovute a solenni mutamoti a cui è andato soggetto il nostro pianeta nella immensità del tempo: così, e sulla successiva comparsa degli esseri organizzati sul globo, e sopra le diverse epoche di formazione dei terreni con le cagioni telluriche di sollevamenti che le hanno prodotte, ci occuperemo nella parte quarta del presente lavoro.

Digitized by Google

SEZIONE II.

DEI TERRENI NON STRATIFICATI.

CAPITOLO XI.

GRUPPO DEI TERRENI NON STRATIFICATI, OVVERO GRUPPO DELLE ROCCE PLUTONICHE.

Sinonimia. — Terrains plutoniens agalessiens granitiques et porphiriques, D' Halloy. — Terrains non stratifies, — *De La Beche.* — Rocce plutoniche, *Lyell.* — Terrains de cristallisation, *Beudant.*

Diamo termine alla serie geologica con la descrizione dei terreni non stratificati, o cristallini, che formano la parte solida del globo al di là dei quali l' uomo non ha potuto penetrare. Essi si distinguono per la loro tendenza a formare grandi masse non stratificate, le quali si rinvengono generalmente al di sotto dei terreni Nettuniani, e che si continuano forse con la parte ancora fusa del nostro pianeta, per cui complessivamente sono stati pure appellati *terreni o rocce Plutoniche.* (frontespizio D. D.) In generale si dispongono pure in filoni, in dike, che s' injettano nei terreni di sedimento, e sopra tutto in quelli dei gruppi inferiori con cui si legano si mescolano e confondono in una maniera intima. Questi terreni inoltre presentano una forma molto irregolare. Fratturati in mille guise da

ogni parte, sono terminati superiormente da picchi e da scaloni, quali raggiungono una grande altezza, ed inferiormente sono infossati sotto agli altri terreni, ove formano vasti bacini nei quali sono poi venuti a depositarsi i differenti strati sedimentari. Risulta da questa loro giacitura, che sebbene i terreni in esame siano gli ultimi della scala geologica, poichè tutti gli altri riposano su di essi; ciò non per tanto si mostrano i più elevati e raggiungono le maggiori altezze, senza di che essi si sarebbero ricoperti dalle acque le quali vi hanno cagionato i depositi sedimentari, e non li avremmo riconosciuti se non per dislogamenti di questi ultimi depositi.

Senza entrare nei particolari della loro origine e giacitura, sui quali argomenti ne abbiamo detto abbastanza negli antecedenti capitoli, esporremo qui soltanto i caratteri speciali delle differenti rocce, che costituiscono un gruppo tanto importante, il quale forma il sostegno e la base degli altri terreni e la parte più interna del nostro pianeta.

Composizione. — Riguardo alla natura e distinzione delle rocce plutoniche cristalline, diremo in generale, che se il *carbonato di calce*, *compatto o terroso*, più o meno mescolato a materie diverse, e separato da depositi arenacei di varia natura e spessezza, forma tutti i terreni di sedimento; ora i *silicati* diversi costituiscono generalmente i terreni non stratificati o *di cristallizzazione*, dei quali, alcuni sono puramente di fusione, ed altri sono dovuti al metamorfismo. Questi silicati compongono le diverse sostanze comprese sotto la denominazione di feldispato; come l'ortosa, l'albite, la labradorite, le diverse specie di miche, gli anfiboli, gli actinoti, i pirosseni a base di protossido di ferro, la modificazione detta augite, e tutti gli altri silicati di magnesia appellati serpentini ec. Tali sostanze mescolate differentemente tra loro, e col quarzo, formano le diverse rocce cristalline, tra le quali poi massimamente il feldispato ortosa è quello che domina, o che sembra formare

la massa principale del globo, ed il comento delle principali rocce primordiali.

Divisione delle rocce cristalline.—Categoricamente distribuendo tutte le rocce che costituiscono la silice ed i silicati, si nota, che esse o sono semplici, cioè formate da una sola e medesima materia, ovvero sono composte, cioè che risultano dalla unione costante di alcune sostanze differenti. Appartengono alle rocce semplici il quarzo, vetroso o litoideo di varia tessitura, e colore; i differenti feldispati anfiboli, e serpentini ec. mentre alle rocce composte le quali mineralogicamente abbraccerebbero infinite specie, secondo la quantità, la natura, e disposizione delle sostanze mescolate, guardate in grande, come masse che compongono la crosta terrestre si riducono principalmente a quello che seguono, delle quali, brevemente esponiamo i caratteri.

Granito. — Roccia composta da tre elementi, quarzo, mica, e feldispato ortosa, riuniti tenacemente con struttura granitoide. In questa roccia so la mica vien sostituita dai talco o dalla clorite si ha il *protogino*, che appartiene alle Alpi, formando la catena del Monte-Bianco. Se l' anfibolo rimpiazza la mica si ha la *sienite*, e se finalmente quella manca, o se la roccia è formata semplicemente da feldispato lamelloso, o da quarzo si ha la *pegmatite*, e la stessa roccia appellata *Kaolino*, non è che la pegmatite in cui il feldispato ha subito una decomposizione spontanea. La *dolerite* è composta da feldispato altresì lamellare e da pirosseno augite; laddove le *dioriti* risultano da feldispato compatto e da anfibolo. Tutte le mentovate rocce presentano ancora molte varietà, secondo le medesime modificazioni delle specie mineralogiche che costituiscono, è queste riguardano sia la durezza che il colore, ovvero ogni altra fisica qualità. Così ad esempio, vi è un granito bianco ed un granito rosso, un protogino verde ed uno rosso, ec. Finalmente la maniera stessa con cui gli elementi sono aggruppati dà luogo ad altre distinzioni; essendovi una *peg-*

matite grafica, così appellata a causa della disposizione del quarzo che rappresenta una scrittura Ebraica; ed una pegmatite granulare, perchè composta da piccoli grani.

Gnais. — Nelle precedenti rocce predomina la struttura cristallina molto evidentemente, ma le seguenti che noveriamo si offrono più o meno compatte, e spesso presentano una disposizione a piani ed una tessitura scistosa da sembrare preludi dei terreni stratificati ad essi soprapposti. Meritano fra queste rocce la principale attenzione i gnais; i quali sono formati dà mica e feldispato lamelloso e granelloso, e che hanno una struttura generalmente foglietta-ta. Questa generazione di rocce è molto abbondante alla superficie del globo, e forma intiere montagne, come quella del Wermeland in Svezia e di Kongsberg in Norvegia. Di esse s'incontrano esempi in Francia, in Russia, in Germania ed in altri stati di Europa. Nell'Asia ed in America sono ancora abbondanti. Mescolati a questa roccia si trovano spesse volte, il quarzo, il talco, la grafite, dal cui mescolamento provvengono altre varietà, che si appellano con diversi nomi, secondo la roccia predominante.

Micascisto. — Affine alle mentovate rocce è il Micascisto, che risulta da mica e quarzo con struttura sfogliosa, siccome l'indica il nome di scisto. Esso è molto abbondante in natura ed offre un gran numero di varietà, sia per i diversi colori che prende, sia ancora per le specie minerali che vi si trovano associate; talchè si conoscono, i *micascisti quarzosi*, *feldspatici*, *porfirici*, *granitici*, *e talcosi*.

Le rocce di micascisto s'incontrano stratificate con diversa inclinazione, ed alle volte anche verticali, mentre nella maggior parte si offrono per lo più attraversate da filoni metalliferi, contenenti l'argento, il piombo, lo stagno, ed il ferro ossidulato.

Rocce Anfiboliche. — Le rocce anfiboliche sono costituite dall'anfibolite che è predominante, e contiene inoltre la mica, il feldispato, i granati ec. Si dice melafiro (por-

fido nero) quando la massa è di color nero o nerastra, e si reputa composta da pirossene, o anfitolo con diverse specie di feldispato. Questo rocce non presentano stratificazione alcuna.

Rocce porfiriche.—I porfidi sono formati generalmente da una pasta di feldispato o di silice compatta che avviluppa diversi cristalli, i quali più comunemente sono essi stessi feldispatici. Il loro colorito suole essere vario, ma il più comunemente sono di un roso bruno, screziato di punti bianchi fatti dal *feldispato albite*. Altre volte la massa vien costituita da sostanza verde scuro con cristalli di feldispato verde bianchiccio, ed allora si ha il *porfido verde* (ofite). Quando poi la massa è nera ed è a base di *labradorite* con cristalli di pirossene si ha il porfido nero sopra descritto.

Queste rocce non si trovano stratificate in verun modo, e si presentano alle volte in masse assai considerevoli, da formare piccole montagne, delle quali alcune si trovano injettate per fino nei depositi carboniferi, ed indicano per tutti i caratteri essere surte nello stato di fusione dal seno della terra.

Rocce basaltiche.—Il basalte non è altro che una dolerite compatta ove il pirasseno ed il labrodoro sono intimamente mescolati. I suoi caratteri principali sono i seguenti. È una roccia litoidea, di colore nerastro, con tessitura compatta o granellosa, e talvolta cospersa di celletto, ovvero si offre scoriacea, e quando s' incontra in grandi masse ha struttura prismatica; vale a dire, che presenta frequentemente la divisione in grandi colonne prismatiche, siccome altra volta accennammo. Questa roccia passa insensibilmente e si converte in materie scoriacee, o in tofi basaltici ed in depositi frammentari, e talvolta si muta in materia terrosa tutta speciale e molto densa, che appellasi *Wacke* dai Geologi Inglesi.

Rocce trachitiche. — La trachite à color vario tra il bigio chiaro ed il bigio nericcio, ed è formata da una pa-

Digitized by Google

sta litoidea o semivetrosa, aspra al tatto, compatta, granellosa o cellulosa, sparsa di cristalli di feldispato vetroso fusibile. La pasta si compone di varie specie di silicati indeterminati a base di allumina, con potassa, soda, calce, magnesia, e protossido di ferro. Essa è talvolta *albitica*, ed altre volte è *riacolitica*, e mentre da una parte passa per gradi insensibili in materie scoriacee e pomiciose, dall'altra si congiunge con le rocce compatte e porfiriche, ovvero con i porfidi compatti e cavernosi. La varietà terrosa a base di riacolite si sono chiamate *domiti*, e le varietà albitiche si sono dette *antesiti*; riferendosi la prima alla principal roccia del Puy-de-Dome in Francia, e la seconda alle Antes.

Tanto le rocce basaltiche, che le trachitiche si trovano di aver attraversati i varî depositi di sedimento, e si mostrano copiosamente alla superficie del globo, siccome dicemmo in altra circostanza; e pare inoltre, che la loro emissione dal seno della terra si sia effettuata dall'epoca *cretacea* in poi, e si sia in seguito continuata, sebbene meno abbondantemente anche ai dì nostri, costituendo le lave de' Vulcani.

Rocce talcose. — Le rocce talcose, tra le quali vanno noverati il talco istesso e lo steascisto, hanno la struttura scistosa, e contengono gran copia di minerali disseminati e sparsi nella loro massa, come il quarzo, il feldispato, i granati, gli epidoti, la turmalina, le miche, il diamante, le piriti ec. Esse sono per lo più attraversate da filoni metalliferi ed accompagnano le rocce serpentinose. Tali sono l'articolite a base di serpentino che è una roccia compatta, a frattura scagliosa, di color verde, untuoso al tatto, e vien composto di silice magnesia ed acqua. La stessa composizione ed i medesimi caratteri quasi si ripetono per le altre varietà dette *Cloriti* a *Strati*, le quali ne diversificano solo per caratteri poco valutabili.

Rocce calcaree cristalline. — Le prime rocce calca-

ree di sedimento sono modificate profondamente in vicinanza delle rocce di fusione, siccome si è detto altra volta, discorrendo de' metamorfismi delle rocce sedimentarie, e presentano immense varietà, per durezza, colorito, e per le sostanze minerali che tengono mescolate nella loro massa.

Le più notevoli sono l'*oficalce*, che è formato da calcarea e talco, o da calcarea e serpentino, o finalmente da calcarea e clorite: il *calcescisto* che è una roccia a struttura scistosa, composta da scisto argilloso e da calcarea in vene o in lamine ondulate. Inoltre la stessa calcarea, più o meno saccaroide, mescolata a diversi minerali, forma rocce composte che hanno meritato nomi differenti; così si chiama *calcifiro* quella che tiene molti cristalli di diversi silicati disseminati; appellasi *cipollino*, allorquando contiene la mica o il talco in lamine disseminate uniformemente, e si denomina *oficalce*, allorchè queste stesse sostanze sono disposte in vene o in sfogli intralciati nella massa che tutto le contiene.

Conclusione. Qui diamo fine alla descrizione delle diverse rocce di origine manifestamente ignea e di quelle che hanno formato la prima crosta consolidata del globo; con le seguenti considerazioni sulla loro successione, comparsa ed origine.

Sembra in vero da quanto si è detto, che le rocce di fusione siano comparse ed uscite a diverse epoche dall'interno della terra a traverso i depositi di sedimento che hanno sollevato in vario modo, ovvero si sono injettate in guise diverse tra le giunture degli strati nei quali si sono disposte a strati o hanno ricoperte per il loro spandimento, rovesciandosi sulla superficie terrestre.

Volendo poi in un certo modo assegnare un periodo successivo della loro comparsa, pare, che dalle osservazioni diverse, ripetute su vari luoghi della terra, risulta, che nelle più antiche epoche siano comparse le rocce granitiche, le quali si sono continuate per fino all'epoca cretacea, giusta le ultime osservazioni dell'illustre Collegno: in seguito so-

Digitized by Google

no sollevato successivamente le rocce porfiriche di color rosso, dipoi i porfidi verdi e neri, e quindi i serpentini, le dioriti, i trapp. Finalmente dall'epoca *cretacea* in poi sono comparsi i basalti, le trachiti, le lave vulcaniche, le quali ultime continuano tuttavia.

Da questa esposizione risulta, che vi è stato una certa continuità nella emissione delle diverse rocce ignee, dall'epoca la più remota, e dal primo consolidamento della crosta terrestre, per fino all'epoca presente; e rileviamo che la emissione delle stesse, era più generale e più considerevole nelle epoche più antiche, e meno nelle posteriori; e sembra con ogni buona ragione, che le ultime rocce siano arrivate alla superficie del pianeta in uno stato più pastoso e compatto di quelle che si reputano anteriori all'epoca della creta; in quanto che, i graniti, le sieniti, i porfidi diversi non sono disposti mai in nappe, siccome in contrario si osserva per le trachiti, i trapp, i basalti e le lave degli attuali Vulcani.

PARTE QUARTA

DELLE EPOCHE RELATIVE ALLE PRINCIPALI CATASTROFI DEL GLOBO, E ALLA COMPARSA SUCCESSIVA DEGLI ESSERI ORGANIZZATI SULLA TERRA.

CAPITOLO I.

ETA' RELATIVE ALLE PRINCIPALI CATASTROFI DEL GLOBO.

Da quanto si è finora esposto sulla struttura e disposizione delle parti solide che compongono la crosta terrestre, e sui fenomeni che incessantemente la modificano, volentieri si comprende, che grandi modificazioni e catastrofi hanno dovuto succedere nella lunga durata dei secoli, per dare finalmente l' attuale divisione delle terre, la disposizione che attualmente hanno le diverse rocce, infine l' attuale prospettiva della superficie del pianeta. Ed in vero, la prima e più semplice osservazione che si faccia sui solidi componenti la crosta del globo è sufficiente a rivelarci, che la più gran parte delle rocce che la costituiscono sono state formate in un liquido, ed in conseguenza hanno dovuto estendersi in strati quasi orizzontali, eccetto piccole ondolazioni risultanti dalla forma del suolo sui quali si colloca-

vano quei depositi. È poi impossibile che questi strati si siano disposti originariamente inclinati, ed alle volte affatto perpendicolari, siccome ora si trovano; talche risulta evidentemente da questa prima osservazione, che i depositi i quali hanno preso la cennata disposizione, la debbono ragionevolmente a grandi *catastrofi*, o rovesci, posteriori all'epoca di loro formazione; o in altri termini si debbono attribuire a *sollevamenti*, o *avvallamenti*, avvenuti in diversi tempi, e cagionati per le intime forze inerenti alla vita della terra.

A tal riguardo bene rifletteva l'illustre Beudant quando con parole gravi e solenni diceva: « che se la terra non » avesse subita giammai alcuna catastrofe, tutti gli strati » sedimentari di cui si compone la sua scorza solida sareb- » bero rigorosamente concentrici; essi si coprirebbero tutti » successivamente, e l'ultimo avvolgendo tutti gli altri che » lo hanno preceduto si troverebbe esso medesimo sotto le » acque, le quali si distenderebbero in un mare senza li- » miti, occupando tutta la superficie del globo. Allora non » vi sarebbe alcuna terra visibile, ed il genere umano » non esisterebbe. Per la qual cosa, è di assoluta neces- » sità che il globo sia stato il teatro di un certo numero » di catastrofi, per innalzare successivamente le terre so- » pra le acque, ed a stabilire un certo ordine di cose più » o meno analogo a quello che ora noi veggiamo. Bisogna » che *l'arido apparisse*, e noi possiamo aggiungere, fon- » dandoci sulla osservazione, *che comparisse*, *per porzioni* » *successive*, per determinare alla sua superficie tutte le » variazioni di natura, di forma, di umidità, di secchez- » za, il cui insieme doveva procurare la somma del ben'es- » sere che il supremo Creatore destinava all'uomo in que- » sta vita terrena.

Da questi ragionamenti, che sono convalidati dalla osservazione ed escogitati dalla induzione, di leggieri si comprende, che l'apparizione successiva delle terre dal seno

delle acque, sia dovuta a sollevamenti di terreni avvenuti in diversi periodi indeterminati di tempo, ovvero a catastrofi, che hanno valuto a stabilire le diverse epoche geologiche. Queste dotte ricerche sulla comparsa successiva dei terreni, formano ora il più bello studio di nostra scienza, ed onora la mente dell'immortale Elia de Beaumont che ne è stato il fondatore di un ramo tanto nuovo della geologia, il quale ha servito a stabilire la storia cronologica delle principali catastrofi avvenute in Europa, e che forse si estende ancora per tutta la terra.

Adunque, se *la inclinazione* degli strati sedimentari è sufficiente ad indicarci esser ivi avvenuto un sollevamento, *la direzione istessa degli strati*, o la linea di rottura, o le creste che risultano dei monti ci rivelano la direzione o l'*allineamento*, secondo il quale il fenomeno succedeva. L'osservazione poi ci mostra, che per lo più questi sollevamenti sono *lineari*; cioè fatti secondo una direzione, e che nei sollevamenti contemporanei, le linee, o le direzioni sono parallele, mentre nei diversi per tempo di ordinario si attraversano, o le linee si frastagliano ad angoli variabili. In fatti è dimostrato in Europa, *che le catene di montagne parallele corrispondono alla medesima epoca di sollevamento*; val quanto dire che in queste catene sono i terreni della stessa epoca che si trovano da per tutto sollevati e raddrizzati, e che gli altri seguenti sono collocati orizzontalmente.

Origine delle catene di monti. — Questa disposizione delle catene di montagne, e delle linee di sollevamento è consentanea con le leggi di semplicità che presiedono a tutte le operazioni della natura. In vero, giusta i pensamenti di Elia de Beaumont, e per quanto abbiamo detto sul raffreddamento del pianeta, la massa interiore di esso prendendo un diametro più ristretto di quello della sua scorza, si sono cagionate perciò delle fenditure, le quali si formavano per una rivoluzione, e che avevano una direzione parallela per lo spesso ad uno stesso gran cerchio

della terra. Da ciò risulta che tutte le montagne formate alla medesima epoca dovevano avere la stessa direzione, o viceversa. Così, ad esempio, la grande catena delle Alpi, presentando due direzioni differenti, cioè quella della parte orientale dall'Ungheria al Monte Bianco, diretta dal E. 1/4 N. E. al O. 1/4 S. O., e quella della parte occidentale da Zurigo a Marsiglia, diretta dal N N. E. al S. S. O., Beaumont ha conchiuso che questa catena è stata formata in due epoche differenti. La qual conclusione è stata altresì confermata dalla giacitura delle altre rocce, nonchè dai caratteri paleontologici somministrati specialmente dagli avanzi animali, e dalla composizione mineralogica dei terreni (1).

Da questi sollevamenti lineari violenti e repentini, che sono ben diversi dai sollevamenti lenti, dei quali si è discorso in altra occasione, si fanno provvenire le diverse catene di montagne, osservabili alla superficie terrestre, che il Sig. de Beaumont classifica e le riduce in Europa a dodici sistemi differenti sollevati in altrettante distinte epoche, delle quali l'ultima è quella contemporanea al sollevamento delle *Alpi orientali*, ove rapporta il sollevamento di molte catene de' monti della Spagna, il Balkan, la parte centrale del Caucaso, l'Himalaya, ec. e che sembra esser stato cagione del ultima grande catastrofe la quale ha cangiato il rilievo dell'Europa, ed ha determinato

(1) Dicesi *sistema di sollevamento* l'insieme delle direzioni sopra una stessa linea o zona di alcuni terreni, la quale espressione è sinonima con quella di *sistema di fratture*, *sistema di strati sollevati*, ed ancora *di sistema di montagne;* sebbene quest'ultima espressione si adoperi in un senso più determinato che in geografia. Per disegnare poi i differenti sistemi, la denominazione si è presa dai luoghi ove si trovano meglio sviluppati e caratterizzati, talchè sono venuti i nomi di *sistema delle Alpi occidentali; sistema di Corsica; sistema dei Pirenei, e sistema del Monte Viso* ec. ec.

la più gran parte dell'attuale forma del continente Europeo, come delle altre parti della Terra.

Nello studio speciale dei sistemi lineari di sollevamento bisogna notare la loro direzione, la posizione geografica, i segni convenzionali che si adoperano per contradistinguerli, l'epoca relativa di loro comparsa, nonchè le catastrofi che hanno cagionato, le quali hanno dato luogo all'apparizione delle diverse parti del continente europeo. Questo studio tanto importante, che si è fatto solo in Europa, e che si và estendendo per le altre parti del globo, ha bisogno di continuate e reiterate osservazioni, le quali, atteso la sollecitudine e lo zelo dedotti, non che le opportune condizioni del viver sociale, fortunamente si diffondono per tutte le parti della terra, percui và sempre perfezionandosi un tale ramo importante della Geologia. Per amore di brevità esponiamo, come in uno specchio sinottico, la enumerazione dei diversi sollevamenti lineari di Europa, con le direzioni che hanno, la posizion geografica, e l'epoca di loro comparsa.

Direzione dei diversi sistemi di sollevamento dei terreni disegnati relativamente al meridiano di Parigi.

1. Sistema del Hundsruck nella direzione di N. O. Sollevamento anteriore o contemporaneo alla grauvacca.

2. Sistema dei Vosgi, nella direzione di N. E. Sollevamento tra la grauvacca ed il terreno carbonifero.

3. Sistema del Nord d'Inghilterra, nella direzione di N. S. Sollevamento tra il terreno peneano, ed il nuovo gres rosso.

4. Sistema dei Paesi Bassi, nella direzione di S. S, ad E. S. N. Sollevamento tra il terreno peneano ed il gres verde.

5. Sistema del Reno, nella direzione S. 21. O. ai N. 21 E. Sollevamento tra il gres de vosgi ed il terreno triassico.

6. Sistema del Thuringerwald nella direzione O. 40 N. ad E. 40 S. Sollevamento tra il terreno triassico e giurassico.

7. Sistema della Costa d'Oro (m. Pilas) nella direzione O. 40 S. ad E. 40 N. Sollevamento tra il terreno giurassico ed il gres verde.

8. Sistema del Monte Viso nella direzione N. O. a S. E. Sollevamento tra i due terreni Cretacei.

9. Sistema dei Pirenei e degli Appennini nella direzione O. 18 N. ad E. 18. S. Sollevamento tra il terreno cretaceo superiore ed il sopracretaceo inferiore.

10. Sistema della Corsica nella direzione di N. a S. Sollevamento tra la calcarea parigina ed il macigno.

11. Sistema delle Alpi Occidentali nella direzione S. 26. O. a N. 26. E. Sollevamento tra il macigno ed i terreno subappennino.

12. Sistema delle Alpi Orientali, nella direzione O. 16 E. 16. N. Sollevamento tra il terreno subappennino ed il terreno diluviano.

Ai mentovati 12 sistemi i moderni vi aggiungono un altro, che è l'ultimo, detto

13. Sistema del Tenaro (1) nella direzione N. 20. S. a S.

---

(1) Il sistema del Tenaro rappresenta l'ultima catastrofe che sia succeduta in Europa. Essa avvenne in un'epoca in cui i nostri mari erano unicamente popolati dagli esseri i quali vivono oggigiorno, e forse dopo che l'uomo istesso fosse comparso sulla terra. A quest'epoca sembra rapportarsi l'apparizione del monte Somma, dello Stromboli, dell'Etna, come pure tutti gli accidenti numerosi dei vicini campi Flegrei, i quali certamente sarebbero stati smanteliati e modificati se fossero esistiti prima della catastrofe del sollevamento delle Alpi marittime, ovvero all'epoca diluviana. (*Beudant.*)

20. N. Sollevamento dopo il terreno diluviano e forsi dopo i terreni moderni.

Materie le quali hanno cagionato i sollevamenti delle montagne.— I geologi non contenti di esporre semplicemente come fatto i differenti sollevamenti di sopra menzionati, cercano ancora con le osservazioni dare una plausibile spiegazione sulla loro origine, o in altri termini, cercano le materie le quali hanno potuto sollevare le diverse catene dei monti. Però sembra che queste ricerche dopo molte indagini si mantengono ben lontane dall' essere positive e reali, e noi solo storicamente le andremo esponendo. La prima opinione, e forse la meglio ragionevole è quella con la quale pensasi, che i sollevamenti siano in corrispondenza e per effetto delle materie plutoniche injettate nei terreni stratificati; talchè si è creduto che il sollevamento delle Audes fosse il risultamento della ejaculazione delle *trachiti*, quello delle Alpi orientali fosse dovuto al iniettamento del terreno porfirico nero, e si deve alle rocce porfiriche verdi il sollevamento delle Alpi Occidentali. Questa maravigliosa idea di far concordare i grandi sollevamenti delle montagne con lo innalzamento di possenti masse di materie plutoniche, bisogna dirlo, ha molto del seducente al primo aspetto, ma quando si riflette attentamente, insorgono non pochi dubbi. Invero, allorquando le materie che sospingono da basso in alto giungono a farsi adito a traverso le masse che le ricuoprono, la loro azione sollevante diviene quasi che nulla; che anzi sembra assai probabile che il sollevamento di alte montagne non sia stato mai accompagnato dalla ejacolazione di materie plutoniche, o pure questi materiali hanno prodotto mai alte montagne.

A mio credere tale riflessione, lungi dall' opporre ostacoli alla spiegazione dell' origine dei sollevamenti dei sistemi di montagne, sembra piuttosto essere in concordanza con la teorica del raffreddamento del pianeta. Di fatti, se si cerca quale sia stata l'epoca più opportuna per la formazion delle alte

montagne, troveremo precisamente esser quella degli ultimi sollevamenti. Da ciò segue pure che le più alte catene di monti, incontriamo precisamente esser quelle degli ultimi sollevamenti, le quali si possono considerare come le più recenti, contro la opinione tenuta per molto tempo di essere cioè più elevate quelle più antiche. La ragione di ciò è chiara, che nei primi tempi la crosta delicata della terra appena consolidata facilmente si fratturava, e le materie plutoniche anzicchè elevarsi si spandevano alla superficie, mentre la crosta divenuta spessa e consistente, i sollevamenti hanno cagionato elevazioni più considerevoli.

Conclusione. Da tutto quanto si è fin qui detto sui sollevamenti successivi delle grandi masse terrestri, e sulle catastrofi che sono ad esse succedute, facil cosa è conchiudere: che la superficie del globo, per tante volte tramutata, ha dovuto presentare grandi diversità nella estensione relativa delle terre e dei mari, ed ha dovuto passare per tanti gradi di configurazione e di produzioni, da arrivare per ultimo all'attuale sua forma, ed i viventi medesimi che la circondano modificati incessantemente per le vicissitudini telluriche, hanno seguito ancora una scala di perfezionamento. Simile in ciò la terra ai germi della vita organica, i quali nelle opportune condizioni intrinseche ed esteriori si vanno man mano avolgendo e perfezionando per fino all'individuo perfetto. Però di questi ultimi, poichè i perfezionamenti cadono in un periodo limitato di tempo e sotto i nostri occhi, ne studiamo agevolmente la origin loro, il loro avvenire, ed il completo giro di loro sfera di azione; mentre noi limitati da breve tempo di vita nell'immensità dei secoli, studiamo solo il presente del nostro pianeta, e per esso solamente indaghiamo il passato.

Digitized by Google

CAPITOLO II.

DELL' APPARIZIONE SUCCESSIVA DEGLI ESSERI ORGANIZZATI SULLA TERRA.

La quistione sulla comparsa degli animali e delle piante sulla superficie della terra si lega intimamente con i grandi fenomeni, i quali hanno tante fiate sconvolto la crosta del pianeta, e che tante variazioni hanno cagionato nella estensione relativa delle terre e dei mari. In effetti dietro alle grandi catastrofi e sconvolgimenti prodotti dal movimento del suolo, intere generazioni e famiglie di animali e di piante per lungo tempo vissute sono scomparse, ed altre ne sono venute a popolare la terra. Non sono molti anni che simili osservazioni si sono meglio intraprese e dirette, e già grandi vantaggi se ne sono ottenuti; sebbene non tutte le ricchezze del mondo sotterraneo ci sono note e molto ci resta a conoscere.

Quello però che sembra maraviglioso anche nello stato presente delle nostre cognizioni sullo studio della creazione organica è appunto la concordanza delle scoperte sperimentali della moderna Geologia con le rivelazioni de' *Libri Santi*. Tutti i sistemi imaginati in ogni tempo dai filosofi di tutte le epoche non sono che romanzi. Una sola dottrina merita la nostra attenzione ed è quella che si trova esposta nel libro di Mosè, *la Genesi*, il quale dopo tremila anni si presenta ancora, da una parte, come l'applicazione la più fedele delle teorie le meglio stabilite, e dall'altra come il ristretto più succinto dei grandi fatti geologici. Questo divino libro espone un sistema cosmologico scritto in un senso figurato, che ora ora incominciamo a

comprendere, mentre fin qui ci si voleva imporre a credere per solo atto di fede.

Volendo seguire d'appresso l'apparizione delle piante e degli animali sulla terra, dai fossili più antichi per origine, per fino ai più recenti, molte considerazioni si presentano alla nostra mente, tra le quali tien primo luogo la seguente. Che gli avanzi organici sepolti nelle viscere della terra abbiano appartenuti a differenti periodi di creazione, e perciò non hanno vissuti nella stessa epoca.

Invero, qual cosa è più consentanea con le osservazioni quando il credere, che tutti gli avanzi di animali e di piante sepolti nei differenti terreni per la differenza che offrono nelle loro forme e nella loro struttura, appartenessero a differenti periodi di tempo, e che fossero stati creati in epoche distinte e quindi sepolti negli strati ove ora si rinvengono? Questa successione nell'apparizione degli esseri organizzati sulla terra è pure secondo il sistema di provvidenza che regola e governa l'universo, e si fa secondo le leggi della perfezione ed armonia organica, vale a dire, che i tipi organici si sono perfezionati nella successione dei tempi, e col migliorarsi le condizioni esteriori vitali dell'acqua, dell'aria, della temperatura, del nutrimento. Per le riferite considerazioni la Geologia più di ogni altra scienza attesta l'infinita sapienza del Creatore, poichè stabilì che ciascuna specie di vivente non venisse a far comparsa sopra la terra, se non nell'epoca più conveniente alla sua conservazione.

La seconda osservazione è questa: che quando più i terreni sono antichi, tanto più generalmente è grande la disparità che rispetto ai generi ed alle specie si dimostra fra gli odierni viventi, e quelli che ci sono additati dai fossili; e in nessuna delle rocce più antiche non isfornite di fossili si trovano, come nelle meno antiche, esempi di fossili di specie conformi a quelli di animali o vegetabili attualmente vivi. A ciò si aggiunga, che in generale fossili per la

maggior parte si riferiscono ad esseri, i cui affini tra quanti vivono in oggi non hanno sussistenza che nelle regioni più calde del globo.

Finalmente sembra che i viventi le cui reliquie oggi trovansi sepolti abbiano seguito un successivo perfezionamento, ma non in modo da stabilire una vera catena i cui anelli ben congiunti additassero i vari gradi di perfezione organica. Innanzi che la Geologia facesse i progressi immensi che hanno screditato tante vecchie ipotesi, alcuni naturalisti sistematici avevano imaginato che l'ordine degli strati in cui sono depositati i resti degli animali, corrispondesse al posto da questi esseri occupato nella scala della organizzazione; che i più semplici occupassero il fondo: che l'organizzazione divenisse più complicata a misura che uno si ravvicinava alla superficie, e che conseguentemente l'uomo esistesse nel punto più alto di tale graduazione. L'osservazione ha mostrato la falsità di questa pretesa regola generale.

Dopo le esposte generali considerazioni sui fossili che racchiude la terra nel suo seno, è uopo disporli in brevi quadri, distribuendoli cioè secondo l'ordine di successione, cominciando dai più antichi per fino ai più recenti, le cui specie analoghe tutt'ora vivono. In ciò fare li ordineremo in quattro categorie o sistemi che corrispondono a quattro principali epoche. Tali divisioni sono ancora razionali, poichè la prima stabilisce la vita vegetativa che si manifesta non solo nelle piante, ma sibbene negli animali inferiori, ove appena si trova altra funzione fuori dei fenomeni della nutrizione e dell'accrescimento. Viene in seguito la vita di relazione, ove la sensibilità, l'istinto, l'intelligenza, la volontà si congiungono in diverse proporzioni ai fenomeni di pura esistenza. Questa vita novella prende subito un certo sviluppamento nei pesci (compresovi i rettili), poi negli uccelli, i quali costituiscono la seconda epoca della creazione. Essa acquista una nuova estensione nei mammiferi, i

quali appariscono in una terza epoca; ed in essa raggiunge il più alto grado nell'uomo che termina l'opera dell'Onnipotente e riceve un'anima ad imagine e similitudine di Dio per distinguerlo da tutti gli esseri terreni.

Per facilitare la intelligenza di siffatta distribuzione si è aggiunta la Tav. 10. nella quale si è cercato dare un'idea dell'aspetto del globo e dei viventi che lo hanno abitato a differenti epoche, dopo la loro prima apparizione, per fino all'uomo che compie il disegno dell'attuale sistema geologico.

1. Epoca Degli esseri organizzati. — Le rocce primitive sono come abbiamo detto mancanti di vestigia di esseri organizzati, e sottostanno a quante altre sono provedute di spoglia o impronte di animali o piante, onde si argomenta che queste ultime siano state formate posteriormente a quelle che si ebbero per primo consolidamento della crosta terrestre, quando cioè il calore della terra diminuì tanto da permettere l'apparizione delle acque nelle ineguaglianze del suolo. Egli è ancora probabile che a quell'epoca le acque ricoprissero l'intiera superficie del globo. I primi fossili s'incontrano nelle rocce di transizione e dagli scisti fossiliferi in poi, cioè in quelle rocce percui si fa passaggio dalle primitive alle secondarie (1).

---

(1) La prima condizione indispensabile alla manifestazione della vita sulla terra è certamente quella della opportuna temperatura, la quale non doveva essere troppo elevata da poter distruggere i tessuti organici: e quantunque fosse possibile, che i primi animali e le prime piante abbiano sopportato gradi di temperatura che farebbero morire gli animali ed i vegetabili attuali, è nulladimeno sicuro che non abbiano esistiti prima che il globo non fosse alquanto raffreddato, e che avesse una crosta solida, sulla quale fossero a permanenza bacini di acqua. Fù appunto dopo questo periodo che le acque si radunavano nelle inu-

I fossili vegetali dell'epoca di cui discorriamo hanno molta simiglianza con le *felci* e con le *palme*. In generale i fossili vegetali più vetusti sono di piante acotiledoni e di piante monocotiledoni, meno dissimili alle viventi nei paesi caldi che non ad altre (1). Le rocce più antiche non recano altro che le sole impronte dei vegetabili. I più antichi depositi calcarei racchiudono le spoglie di animali della divisione dei *poliparii*, di altri conosciuti dai zoologi col nome di *ortocerâtiti* appartenenti all'ordine dei cefalopidi, e di una certa specie di crostacei singolari detti *trilobiti*, i quali non hanno più analoghi viventi nel seno dei nostri mari; tuttavia la loro razza sembra essersi propagata fino al momento in cui comparvero gli altri molluschi, come le *bucardie*, le *terebratule*, ecc.: animali a conchiglie che spettano a generi ancora viventi.

---

guaglianze della crosta terrestre che la vita si manifestò per la prima volta. Quest'ordine di cose si rileva ancora dai libri santi, infatti Dio disse prima: *Congregentur aquae, quae sub coelo sunt, in locum unum: et appareat arida. Et factum est ita;* e poi disse *Germinet terram herbam virentem, et facientem semen et lignum pomiferum faciens fructus juxta genus suum, cujus semen in semetipso sit super terram. Et factum est ita.*

(1) I primi esseri organizzati che apparvero sul pianeta furono le piante grandemente semplici, in esse sul principio non si distingueva alcun sesso, e quasi tutte le loro parti erano simili, come sono le *muffe*, *le alghe*. Però questi primi tipi di piante agame ben presto si modificarono, poichè le circostanze vennero a mutarsi, e sotto la loro scambievole influenza per un lungo periodo di tempo produssero nuove specie. Esse cioè potevano se medesime riprodurre, vale a dire, davano origini alle gemme, ovvero ai nuovi germi che in loro sviluppavansi, i quali potevano avere una esistenza indipendente.

Epoca seconda — Tra i fossili della prima epoca non s' incontrano avanzi di animali vertebrati, perchè le circostanze favorevoli al loro sviluppo non aveano potuto in quel periodo estendere la loro influenza. La formazione recente delle rocce granitiche aveva per così dire annunziato la fine del caos, ma era necessario che scorresse un certo tratto di tempo prima che la terra, fosse in grado di porgere il nutrimento agli animali di cui si tratta, ed alla immensa copia di vegetabili che si trovano sepolti nei terreni secondari, ove si annida la dovizie del carbon fossile. La vegetazione infatti di questa epoca, favorita dalla forma insolare delle terre, come oggigiorno osservasi in tutte le isole, si componeva di *licopodiacee*, d' *equisetacee*, di *felci* ec., di specie arborescenti, di cui le analoghe non si trovano più che sotto i tropici. Sono appunto i loro avanzi accumulati che han formato le grandi masse dei combustibili carbonosi. (Ved. il cap. III. par. III.) Erano appunto le torbe prodotte a quest' epoca remota, le quali modificate dall' enorme pressione degli strati che hanno dovuto sopportare, e per le azioni chimiche che esse hanno dovuto provare, percui si sono formati i diversi carboni. Il numero dei vegetabili di quest'epoca, è talmente prodigioso, che senza supporre un' immenso intervallo di di tempo, non si può concepire come tanta copia di piante abbiano potuto vivere e succedersi nello stesso sito. Quindi si può arguire quale sterminata quantità di vegetabili accumulati sia stata necessaria a formare certi depositi carbonosi i quali in talune località giungono talvolta a quasi sei piedi di spessezza, ed occupano grandi tratti di paesi.

I mari di quest'epoca avevano perduto i *trilobiti*, ma contenevano invece una grande abbondanza di *spirifer*, di *productus*, delle *ortoceratiti* di specie particolari, diversi *cefalopidi* analoghi ai *nautili*, agli *argonauti*, oltre a diverse altre conchiglie, come le *grifee*, le *terebratule* ec. Si mani-

festarono pure un' immenso numero di *encriniti* ed altri poliparl.

In questa stessa epoca incominciarono a comparire anche i pesci di forme straordinarie appartenenti ai sauroidi con denti conici e fatti per lacerare. Tali erano L' *hibodon*, *pulconiscus*, gli *amplipterus* (dell' Agassiz), i quali dovevano vivere senza dubbio nei fiumi che circolavano al fondo delle fratture degli antichi terreni. Ai mentovati pesci si aggiungono altri denominati dal Blainville, *Ananchelum glarissianum*, e *paleorincum glarissianum*, così detti, perchè rinvenuti negli scisti di Glaris nella Svizzera. In questo stesso grande periodo della comparsa dei viventi si veggono comparire animali maravigliosi per forme e per costumi, i quali rimpiazzano i pesci sauroidi dei terreni carboniferi. Sono questi i rettili di forme bizarre come i *megalosauri*, gl' *ictiosauri*, i *pterodattili*, i *telegosauri*, i *geosauri*, i *monitor*, i *saurocefali* ec., tutte specie di grosse lucertole, alcune delle quali erano gigantesche, e tutte poi di straordinaria organizzazione, talchè l'*ictiosauro*, per esempio, era metà pesce e metà lucertola, ed il *pterodattilo* era dotato di membra disposte al volo. Tra i rettili batracciani si nota pure il *labyrintodon pachygnatus* (dell' Owen), ed altre impronte di *tartaruche* le quali completano la serie degli esseri singolari di quest' antica creazione (1). Finalmente in questa epoca secondaria veggonsi per la prima volte le impronte di piedi di uccelli che si rapportano all' ordine dei *palmipedi* ed alle *gralle*, ed alcuni avanzi d'insetti, che dovevano servire di alimento ai *pterodattili*, i quali si riferiscono ai *coleopteri*, ed ai *nevropteri* affini ai *bupresti*. Quanto agli uccelli aquatici essi traevano il nutrimento dai viventi allogati nelle acque, e si aggiravano

(1) È da notarsi che tra i mentovati rettili mancano i coccodrilli simili ai nostri.

per quelle sponde poco estese, le quali circoscrivevano smisurate masse di acqua.

Epoca terza.—La fauna di questo periodo si offre sempreppiù variata rapporto a quelle delle epoche precedenti. *I sauriani* giganteschi erano scomparsi e non vi restavano che grandi *coccodrilli* di acque dolci, delle tartaruche marine e lacustri, e la terra in fine incominciò ad essere popolata da mammiferi.

Venendo ai particolari sugli animali di quell' epoca si nota facilmente che i molluschi compresi nella formazione dei terreni terziari, formano una serie di generi e di specie estremamente numerosi Costituiscono essi 36 generi di *poliparii*, cinque di *ricci di mare o echini*, quattro di *asterie*, due di *anellidi*, tre di *serpole*, cinque di *tubicolati*, cinquantuno generi di molluschi a conchiglie univalve, dieci a conchiglie tramozzate e nove di *crostacei*.

Tutti i molluschi di quest' epoca dei quali abbiam noverato i generi si dividono in due gruppi, in quelli di acqua dolce ed in quelli di acqua marina. Si riferiscono i primi ai generi *limnea*, *palodina*, *planorba*, *melania*, *fisa*, *ampullaria*, *turritella*, *cerite*. Gli altri generi sono *bucardia turritella*, *citerea*, *ostrica*, *fuso*. Tutti questi molluschi ed altri ancora, la cui enumerazione sarebbe troppo lunga, differiscono generalmente da quelli che vivono nei nostri mari.

Il numero degli animali vertebrati aquatici che si rinvengono nei terreni della terza epoca formano il complesso di cinquanta generi, e sono più ricchi di specie che non i precedenti, mentre alcuni si accostano alle nostre viventi, altro ne differiscono compiutamente. Meritano attenzione i mammiferi marini conosciuti sotto il nome di *foca*, *lamentino*, *delfino*, *iperodone*, *balena*. Questi animali occupavano l' Oceano nell' antico mondo. Quando ai rettili s' incontrano le vestigia di animali che possono essere riferiti a diverse specie di coccodrilli, la lunghezza dei quali doveva

essere da nove a dieci piedi, secondo i calcoli di Cuvier. Oltre ai mentovati fossili di rettili s'incontrano le tartaruche nella stessa epoca, e queste sono affini alle attuali esotiche. Viene in seguito, come abbiam detto, una quantità prodigiosa di mammiferi terrestri di generi intieramente perduti. Questi erano dei pachidermi analoghi ai *tapir* come gli *anaploterii*, e i *paleoterii*, i quali vivevano nello stesso tempo di alcuni pochi carnivori del genere *canis*. Nella stessa serie degli animali della terza epoca si comprendono i *roditori*, i *cervi*, ed anche gli uccelli. I riferiti animali si sono trovati nelle formazioni terziarie di Parigi, dei quali il Cuvier ed il Brougniart diligentemente si sono occupati, per cui tanto avvanzamento n'è venuto alla Geologia.

La flora di quest'epoca si mostra molto modificata. Già le *cicadee* erano scomparse, e le conifere presentavano novelle specie, alle quali si erano aggiunte le dicotiledoni, che si trovavano fra le palme fino nel centro di Europa.

Epoca quarta.—La quarta epoca differisce delle precedenti, non tanto per la natura dei fossili, quando per quella dei terreni che li comprendono. Questi sovrastanno ai terziarii e si dicono di trasporto, diluviani, ed anche di alluvione, per la conformità più o meno grande che dimostra con le attuali alluvioni dei fiumi. In essi però non s'incontrano i paleoterii, e gli anoploterii dell'epoca precedente, o almeno vi sono assai rari. Vi si cercano invano gli animali delle epoche più antiche, e tutto annunzia che vittime di una inondazione per lo spostamento delle acque dei mari erano scomparsi alla superficie della terra. In quest'epoca compariscono i rinoceronti i mastodonti, ed un gran numero di ruminanti, i quali vissero probabilmente lungo spazio di tempo tranquilli possessori dei continenti e delle isole che costituivano la parte secca del nostro globo, finchè nuove inondazioni discese dai bacini più elevati, non vennero a trasci-

narne le spoglie nelle valli, nelle quali attualmente si rinvengono.

È in quest' epoca che comparvero tutt' i carnivori del genere *orso*, *jena*, *gatto*, *cane*, ec. Vi apparisce parimenti il *mammut*, animale vicino all' *elefante*, con quindici piedi di altezza e con la pelle ricoperta di peli, la cui scoverta venne fatta nel ghiaccio sulle sponde dell' Alasel nel mar Glaciale. Segue il *mastodonte*, rivale all' *elefante* per la sua mole; il *megaterio* animale erbivoro dell' altezza dell' *elefante*. Si mostrano ancora molti roditori, dei *cavalli*, ed anche degli animali coverti di una corazza ossea, come i *tatù*. A questi si uniscono gl' *ippopotami*, i *cervi*, i *buoi*; però più o men diversi da quelli oggi viventi. A quest' epoca si riferiscono pure tutti gli avvanzi fossili che costituiscono le brecce ossee, o che raccolte nelle caverne delle alluvioni hanno costituito le *caverne ossee* degli erbivori e dei carnivori. Infatti in dette caverne s' incontrano gli avanzi di *jene*, *tigri*, *volpi*, *donnole* ec. mescolate a prodigiose quantità di ossa di *elefanti*, *rinoceronti*, *cavalli*, *buoi*, *cervi*, *canigli*, *sorci*, *alci*. ecc. Dalla giacitura di tali avanzi, e dalle considerazioni dedotte dalle stesse ossa ammucchiate se n' è tolto argomento del grande impeto che dovevano avere le acque nel congregarli; dopo la quale inondazione la terra si è poi composta a quell' ordine di cose nel quale ora viviamo.

I vegetabili di questo periodo sono per lo più simili agli attuali. Le palme hanno cessato di vegetare in Europa, e le piante dicotiledoni si sono prodigiosamente aumentate. Le terre dovevano essere già ricoperte da estese foreste di *betulle*, *pini*, *querce*, ed altri alberi dicotiledoni.

Apparizione dell' uomo sulla terra. — E appunto nel tempo che seguì l' annunziata ultima catastrofe che apparve l' uomo sulla terra. Invero, in mezzo a tutte le reliquie accumulate dai secoli e dalle rivoluzioni che hanno rovesciato tutt' i terreni abitati precedentemente, per nessun modo esso

Digitized by Google

si mostra; nè ha lasciato traccia della sua esistenza in altra parte, che nei depositi torbosi. L'uomo è talmente nuovo su questo globo di cui si è fatto padrone che tutto induce a considerarlo, per la data della sua comparsa, come l'ultimo capo d'opera della creazione. Il *Vescovo Berkley* diceva quasi un secolo indietro « che se la specie umana » fosse antica quanto si pretende, essa avrebbe lasciato » tracce sulla natura, si troverebbero alcuni istrumenti » delle sue arti, delle pietre e dei metalli lavorati, i quali » monumenti non sono più destruttibili delle conchiglie e » di certe rocce che hanno attraversato tutt'i secoli, e la » cui alta antichità non è revocata in dubbio ».

Alle precedenti considerazioni aggiungiamo le altre somministrate dal *Cuvier*. Il Naturalista Francese dice « È sorprendente che fra tanti mammiferi fossili che per la maggior parte hanno i loro congeneri nei paesi caldi, non s'incontri un solo quadrumano nè le spoglie di alcun'uomo. Tutte le ossa della nostra specie raccolte insieme con quelle di animali di specie perduta, vi si trovano accidentalmente, ed il loro numero è infinitamente piccolo; ciò che certamente non sarebbe se gli uomini si fossero stabiliti sui terreni abitati da siffatti animali ».

Siamo in oggi per lo meno in mezzo ad una quarta successione di animali terrestri: dopo l'epoca dei rettili, dopo quella dei *paleoterii*, dopo quella dei *mammut* dei *mastodonti*, e dei *megaterii*, è giunta l'epoca in cui la specie umana coll'ajuto di alcuni animali domestici domina e feconda tranquillamente la terra.

I terreni formati a quest'epoca, le alluvioni, le torbiere, le concrezioni recenti sono i soli in cui si rinvengono ossa che tutte appartengono ad animali conosciuti ed attualmente viventi. Tali sono gli scheletri umani della Guadalupa incrostati nel travertino insieme con le conchiglie terrestri, e con le conchiglie del mare circostante. Tali sono le ossa di *bue*, di *cervo*, di *capriolo*, di *castoro*, si co-

muni nelle torbiere, e tutte le ossa di uomini e di animali domestici sepolti nei depositi dei fiumi, nei cimiteri, e sugli antichi campi di battaglia. Di tali avanzi non ve n' ha alcuno che appartenga nè al deposito dell' ultima catastrofe, ne a quelli delle epoche anteriori.

Considerazioni sulla successione dei viventi.—Poniamo fine allo studio della comparsa dei viventi con alcune riflessioni sulla loro origine e distruzione. Bisogna confessarlo, noi nulla sappiamo sulle cause della distruzione delle specie che perirono, nè sull' arrivo di quelle che l' hanno rimpiazzate, oltre a quanto si è detto antecedentemente. D' altronde i cangiamenti successivi che lo studio della scorza del globo ci ha fatto riconoscere riguardo alla natura degli osseri che l'hanno abitato, e la loro grande diversità di forme e di tipi, già ci conduce nel campo di varie opinioni sulla loro apparizione. Le ipotesi di creazioni novelle sono le più fallaci, perchè non sostenute con l' analogia dei fenomeni che hanno avuto luogo dopo i tempi storici. L' altra ipotesi di un cangiamento successivo degli esseri viventi per la via della riproduzione può dal suo verso essere attaccata dalla considerazione, che nello stato attuale le specie non si tramutano, ed hanno una stabilità nei tipi e nelle forme da non permettere analogie con i cangiamenti offerti dalla successione dei corpi organizzati fossili.

Veramente non bisogna tacerlo, questa stabilità non è perfettamente assoluta quanto si crede, e se esaminiamo sotto tale rapporto l' istoria degli esseri viventi attuali, vedremo che differenti cause inducono dei cangiamenti nelle loro forme. Così notiamo nel presente che gli animali e le piante col mutare le condizioni esteriori alla loro vita si modificano, talchè coll' aumentare, diminuire, o variare la nutrizione, come pure le circostanze di temperatura del luogo ove vivono si è giunto a rendere i frutti più succolenti, a *indoppiare* i fiori, e dare agli animali domestici qualità e forme talmente differenti dal

tipo principale che è ben difficile ravvisarli. È in generale coll' ajuto di queste trasformazioni che la natura varia la forma degli animali ; e sembra aver voluto ottenere la più grande varietà nelle sue produzioni. Or bene ; le esposte condizioni di temperatura , i cangiamenti che possono risultare dal trasporto di certi esseri viventi a delle altezze o a delle latitudini differenti, e i cangiamenti di nutrimento , sono cause ben deboli riguardo ai grandi fenomini Geologici succeduti. Sappiamo infatti che il calore del globo è stato vario; diversa è stata la natura dell'atmosfera secondo le epoche diverse, per i nuovi gas che venivano in ogn' istante a cangiarne la composizione; la natura minerale delle acque è pure variata per i cangiamenti che le nuove dissoluzioni e nuove precipitazioni incessantemente vi hanno occasionato ; l' innalzamento e l' abbassamento delle terre nel seno del mare , e per ultimo la diversa configurazione dei continenti ecc : sono tutte cagioni, che riunite han poluto esercitare sopra il movimento vitale e sugli organismi una influenza di cui nel presente non è possibile determinarne l' energia.

Dell'avvenire della terra. —Se arrestiamo un momento i nostri sguardi sull'ammirabile sistema delle varie parti che costituiscono la terra , sui fenomeni che incessantemente la modificano, e sugli essori comparsi successivamente sulla sua superficie, siamo tratti ad ammirare la Divina sapienza, che ha saputo dare ordine alle leggi le quali mantengono il moto è la vita nella immensità della creazione. Le rinnovazioni delle specie , i moti interni che riconducono alla superficie ciocchè prima era sepolto nella profondità del globo , ci portano a credere che lo stato apparente di tranquillità di cui godiamo , non è chè temporaneo , « come temporanei sono tutti gl' intervalli di crisi durante le quali tutt' i depositi di sedimenti si son formati. »

L' idea di una fine dell' attuale ordine di cose , e del principio di altra epoca , è concorde ancora con ciò che è

scritto ne' libri santi, *vidi coelum novum et terram novam*. Non vi è infatti ragione, e si trova un appoggio nelle stesse leggi che regolano il mondo, perche dopo tanti cataclismi operati dalla comparsa di catene di montagne, debbasi ora credere, che le forze della terra siano esaurite, e che dopo un periodo di 5160 anni di calma, cioè dall'epoca del diluvio, all' improviso non sarà per succedere altra catastrofe per la comparsa di nuovo sistema di montagne, e per dislogazione di suolo (1).

Già, i terremoti ed i vulcani per se stessi annunziano la perenne attività delle grandi forze della terra. Queste cause di disastri e di distruzioni sono ad un tempo il compimento delle leggi che mantengono l' armonia del creato. Verrà forsi tempo, rifletteva un egregio naturalista (Baudrimont), che la crosta del globo che noi abitiamo subbisserà sotto le acque, nuovi continenti appariranno, ed una razza di esseri sconosciuta fin' allora e forsi più perfetta di noi, ritrovando le nostre ossa divenute fossili, congiunte agli avanzi della nostra industria, potrà rimontare la catena del passato e giudicare di ciò che noi siamo stati. È queste filosofiche considerazioni forsi ispirarono la mente del dotto Vescovo Butler allorchè disse « noi siamo posti in mezzo ad un immenso progetto, la cui esecuzione non si arresta un istante: tutto evvi incomprensibile, ciò che è, ciò che fu, e ciò che deve essere.

FINE.

---

(1) È stato anche detto, che le opere di Dio saranno modificate, ma giammai verranno distrutte: *didici, quod omnia opera, quae fecit Deus perseverent in perpetuum.* Eccl. III. 14.

Digitized by Google

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE.

Frontespizio.

Il frontespizio figura un taglio ideale di una parte della crosta terrestre, che indica l'origine delle diverse rocce. I terreni dipinti col *giallo*, A, sono *aquei* o *nettuniani*, cioè formati per sedimento nelle acque; per cui sono anche stratificati. I terreni dipinti in *violetto* e che terminano in un cono, B, sono *vulcanici*, ed in mezzo ad essi manifestamente si osservano i condotti che comunicano con la parte ancora fusa del pianeta. Le rocce dipinte in azzurro, C, sono *metamorfiche*, cioè tramutate pel contatto dei terreni ignei sottoposti. Finalmente, i terreni dipinti in rosso, D, sono *plutonici* o *ignei*, cioè fusi e prodotti manifestamente dal calore centrale del globo.

In questa tavola si nota ancora la disposizione non stratificata delle rocce *granitiche e porfiriche*, 1, e 2.

Tavola I.

La fig. 1. dimostra un mappamondo sul meridiano dell'isola di Ferro, per indicare l'estensione relativa dei continenti e dei mari.

Fig. 2. Forme di diverse isole, a, b, c, d, e.

Fig. 3. Gruppo di montagne nelle grandi isole:

Fig. 4. Diverse forme di montagne, a, b, c, d.

Fig. 5. Effetti dei terremoti; ove si notano i cangiamenti di livello nei terreni, b, c, e le fenditure del suolo, a.

Tavola II.

Fig. 6. Veduta del Vulcano di Iorullo descritto da Humboldt.

Fig. 7. Condotti vulcanici.

Fig. 8. Disposizione degli strati sedimentarii intorno ad un cratere di sollevamento.

Fig. 9. Veduta dell'isola Palma descritta dal sig. de Buck.

Fig. 10. Veduta dell'isola Barren nel golfo di Bengala.

Digitized by Google

Tavola III.

Fig. 11. A. Veduta del Vesuvio nell'anno 1848, ove nel cratere del vulcano si mostra innalzato un cono di eruzione. B. Indica il Vesuvio in eruzione con emissione di lave, e di sostanze gassose. C. Dimostra qual doveva essere il vesuvio ai tempi di Strabone, cioè prima della famosa eruzione dell'anno 79 dell' Era Cristiana, quando seppelli le città di Ercolano e Pompei, nel qual tempo si formò il cono che attualmente si vede.

Tavola IV.

Fig. 12. Interno del cratere del Vesuvio osservato nell'anno 1829.

Fig. 13. Veduta del vulcano di acqua, il Geyser dell' Islanda.

Tavola V.

Fig. 14. Azione che esercitano i marosi sulle rocce.

Fig. 15. Si dimostrano gli effetti che producono gli agenti meteorici nei continui disfacimenti delle montagne. a. b.

Fig. 16. Conchiglie dei depositi di alluvione: a, *Paludina vivipera;* b, *Planorbis corneus;* c, *Lymnea stagnalis.*

Fig. 17. Conchiglie dei depositi di acque dolci: a, *Limnea longiscata*, b, *Planorbis evonphalus;* c, *Paludina lenta;* d, *Melania inquinata.*

Tavola VI.

Fig. 18. Spoglie di animali che vivono nei mari: a, *Murex alveolatus*, b, *Ananchytes ovatus* (della creta di Parigi), c, *Cerithium mutabile*, d, *Venericardia imbricata.*

Fig. 19. Foraminiferi fossili: a, *Rodosaria limbata;* b, disposizione interna delle cavità: c, *Dentalina sulcata:* a, *Marginalina trilobada*: b, veduta dall' ultima cavità: c, disposizione interna delle cavità: d, *Flubellaria nodosa:* e, Veduta dall' altro verso: f, *Textularia turris*: g, disposizione delle cavità: h, *Sagrina rugosa*: i, *Pyrulina acuminata*: k, cavità disposta a spirale: l, *Bulimina bre-*

vis : m , *Bulimina Murchisonii* : n , *Globigerina cretacea.*

Fig. 20. Foraminiferi fossili osservati dal sig. Ehrenberg nel tripoli :

Fig. 21. Strati dislogati ove uno stesso strato di litantrace si trova variamente disposto e fratturato.

Fig. 22. Disposizione erateriforme con una massa di trachite nel centro ; siccome si osserva negli Astroni , alla Solfatara ec :

Fig. 23. Stratificazioni diverse , alcune concordanti altre discordanti , alcune parallele altre inclinate.

Tavola VII.

Fig. 24. Taglio sistematico rappresentante la *potenza* relativa dei gruppi de' differenti ordini di terreni nel loro ordine di soprapposizione. I. Terreni moderni. — Blocchi erratici. — Gruppo sopracretaceo. — II., III., e IV. Gruppo della creta. — V. Gruppo oolitico o giurassico. — VI. Gruppo del nuovo gres rosso. — VII. Gruppo carbonifero. — VIII. e IX. Gruppo della Grauvacca. — X. Scisti fossiliferi e non fossiliferi , ed altri terreni non stratificati senza potenza determinata.

Tavola VIII.

Principali fossili caratteristici dei differenti terreni. Fig. 25. *Gryphaea arcuata.*—Fig. 26. *Baculite.*—Fig. 27. *Turrilites costatus.*—Fig. 28. *Exogira virgula.*—Fig. 29. *Calymene Blumenbachii.*—Fig. 30. *Scaphites aequalis.*—Fig. 31. *Orthoceras lateralis.* — Fig. 32. *Ammonites Bucklandii.* — Fig. 33. *Spirifer gluber.*— Fig. 34. *Ammonites nodosus.*— Fig. 35. *Belemnites sulcatus.* — Fig. 36. *Terebratula navicula.*

Tavola IX.

Continuazione dei fossili più caratteristici dei terreni. — Fig. 37. *Bellerophon costatus.* — Fig. 38. *Spirifer ondulatus.*— Fig. 39. *Productus aculeatus.*— Fig. 40. *Pecten lugdunensis.* — Fig. 41. *Gryphaea dilatata.*— Fig. 42. *Ostrea*

Digitized by Google

Marshii. — Fig. 43. *Ichtyosaurus communis.* — Fig. 44. *Plesiosaurus dolichodeirus.* — Fig. 45. *Inoceramus concentricus.* — Fig. 46. *Ostrea Carinata.* — Fig. 47. *Ampullaria acuta.*— Fig. 48. *Terebellum fusiforme.* — Fig. 49. *Mitra scabra.*

Tavola X.

Fig. 50. Apparizione successiva degli esseri organizzati sul globo. In questa tavola si è cercato dare una idea dell'aspetto della terra e dei viventi che l'hanno abitata a differenti epoche, dalla *formazione carbonifera* per fino alla comparsa dell'uomo, che compie il disegno dell'attuale sistema geologico.

Digitized by Google

INDICE GENERALE

DEI CAPITOLI E DELLE MATERIE.

Prefazione . . . . . pag. III.
Introduzione. 1

PARTE PRIMA.

Nozioni sulla forma generale della terra, e composizione della sua superficie.

—

CAPITOLO I.

Della Terra in generale.

Figura ed isolamento della terra nello spazio . . . 12
Schiacciamento verso i poli 13
Gravità 14
Superficie, volume e densità media della terra . . . 16
Calore centrale e stato interno di fusione del globo . 17

CAPITOLO II.

Dell' atmosfera terrestre.

Che intendesi per atmosfera 22
Limite dell' atmosfera 23

CAPITOLO III.

Delle acque che ricuoprono la terra.

Differenti stati dell' acqua. 25
Mari 26
Dello stoto liquido dell' acqua alla superficie del globo. 27
Delle sorgenti. 28
Sorgenti Minerali 29
Ruscelli , torrenti , fiumi 30
Loghi ivi
Acque solide ivi

CAPITOLO IV.

Delle parti solide del globo.

Distribuzione delle terre e delle acque sulla superficie del globo. 32
Ineguoglionza del suolo. 33
Massimo delle ineguaglianze. ivi
Livello delle parti solide 34
Montogne , loro disposizione , altezza e forme . . . ivi
Catene di Montagne. 35
Incrociamento delle catene. 36

CAPITOLO V.

Della distribuzione del calorico sulla superficie della terra.

Cause della ineguaglianza di temperatura. 37
Climi continentoli 39
Climi marittimi. 40
Climi estremi. ivi
Temperotura dell' ambiente 41

PARTE SECONDA

Dei fenomeni che modificano attualmente la crosta terrestre, e dell'applicazione di essi alla formazione de terreni.

Obbietto della Geogenia e sue principali divisioni. . . . 45

SEZIONE PRIMA

Dei fenomeni che attualmente succedono.

—

CAPITOLO I.

Dei terremoti.

Che s'intende per terremoto 45
Effetti dei terremoti. 47
Cause dei terremoti. 49

CAPITOLO II.

Delle lente sommersioni ed innalzamenti dei continenti.

Descrizione del fenomeno. 50

CAPITOLO III.

Dei fenomeni vulcanici.

Cosa sono i vulcani 52
Sollevamenti prodotti dai vulcani 53

Relazioni tra i vulcani ed i terremoti. 55
Circostanze che accompagnano le eruzioni e loro durata ivi
Vulcani sottomarini. 56
Cratere di sollevamento 57
Interno dei crateri 59
Vulcani estinti 60
Principali vulcani in attività e loro disposizione . . 61
Cause dei vulcani. 62

CAPITOLO IV.

Dei vulcani di fango, di acqua, di arie, delle salse; ed altri fenomeni di simil natura.

Salse. 64
Vulcani di arie. 65
Vulcani di acque, o fontane zampillanti ivi

CAPITOLO V.

Azione degli agenti esterni sulla crosta terrestre.

Azioni meccaniche, venti 67
Effetti delle acque 68
Trasporti cagionati dalle acque 70
Azioni dei marosi sulle rocce 71
Trasporti che si fa dai ghiacci 72
Deposito formato dalle acque correnti 73
Azione dissolvente e chimica delle acque 74
Struttura dei depositi di sedimento. 76
Fossili dei depositi di alluvione di acque dolci . . . ivi
Fossili dei depositi marini 77
Azioni meteoriche 78
Effetti del fulmine sui terreni. 80

CAPITOLO VI.

Delle isole madreporiche.

Cosa sono le isole madreporiche 81

CAPITOLO VII.

Dei depositi di torba.

Delle torbiere 83
Loro giacitura 84
Conclusione 85

SEZIONE II.

Applicazione dei fenomeni precedenti alla modificazione e formazione successiva della scorza solida del globo.

CAPITOLO I.

Stato primitivo di fusione del pianeta, e primi effetti del suo raffreddamento.

Consolidamento della crosta terrestre 88
Condizioni dell' atmosfera 90
Comparsa degli esseri organizzati sulla terra . . . 92

CAPITOLO II.

Sollevamenti delle rocce.

Effetti dei sollevamenti e degli abbassamenti delle rocce. 94
Sprofondamento dei terreni 96
Origine delle valli 99
Origine delle caverne 100

CAPITOLO III.

Origine dei depositi di sedimento in generale.

Depositi di acque dolci. 101
Depositi di foraminiferi e d' infusorii. 103
Foraminiferi fossili. 104
Infusorii fossili 105

CAPITOLO IV.

Della formazione delle rocce di origine ignea.

Terreni vulcanici 106
Terreni basaltici. 107
Origine dei basalti 108
Basalti in filone. 109
Estensione relativa dei terreni basaltici 110
Della formazione trachitica ivi
Origine dei terreni trachitici. 112
Loro estensione geografica. 113

CAPITOLO V.

Continuazione delle rocce di origine ignee, delle dioriti, delle rocce trappiche ed amigdaloidee, del serpentino, e dei porfidi diversi.

Caratteri mineralogici. 114
Loro giacitura e disposizione. 115
Dioriti, rocce trappiche ed amigdaloidee ivi
Porfidi diversi, serpentino ec. 116

CAPITOLO VI.

Delle rocce granitiche, loro origine, composizione, ed estensione sulla superficie della terra.

Composizione delle rocce 118
Origine 119
Tempo della comparsa delle rocce plutoniche in generale . 120

CAPITOLO VII.

Metamorfismo dei terreni di sedimento per azione delle rocce plutoniche.

Descrizione dei fenomeni : 122
Conclusione 123

CAPITOLO VIII.

Origine dei filoni metalliferi e delle vene diverse.

Disposizione dei filoni 125
Ammassi metalliferi 126
Filoni frammentarii ivi

PARTE TERZA

Della disposizione, forma e struttura delle parti che compongono la crosta terrestre, ovvero della Geognosia.

—

CAPITOLO I.

Della composizione della crosta terrestre, e sue principali divisioni.

Considerazioni generali sulle parti solide del globo. . 129

CAPITOLO II.

Dei terreni di sedimento in generale, e loro divisioni in gruppi.

Composizione dei terreni stratificati 134
Diverse stratificazioni 135

Divisione dei terreni sedimentarii 136
Importanza degli avanzi organici per la classificazione dei terreni sedimentarii ivi
Discordanza di stratificazione 137

CAPITOLO III.

Gruppo dei terreni stratificati inferiori non fossiliferi.

Sinonimia. 138
Terreni stratificati inferiori non fossiliferi ivi
Rocce predominanti. 139
Disposizione degli strati 140
Condizioni topografiche 141

CAPITOLO IV.

Gruppo dei terreni fossiliferi inferiori.

Sinonimia 142
Caratteri mineralogici ivi
Caratteri paleontologici. ivi
Condizioni topografiche. 143

CAPITOLO V.

Gruppo della Grauvacca.

Sinonimia. 144
Caratteri mineralogici, e divisioni del gruppo in sistemi. ivi
Calcarea del gruppo 145
Dolomiti 146
Scisti argillosi 147

Antracite ivi
Divisioni in sistemi. ivi
Caratteri paleontologici 148
Depositi metalliferi e disposizione degli strati . . . 150
Origine dei depositi della Grauvacca 153
Relazioni topografiche 154

CAPITOLO VI.

Gruppo carbonifero.

Sinonimia. 155
Composizione mineralogica. ivi
Litantrace 156
Rocce scistose 157
Siderose. 158
Caratteri paleontologici. ivi
Flora del gruppo carbonifero. 160
Fossili animali 161
Estensioni geografiche, e relazioni topografiche del terreno carbonifero 162
Limiti del gruppo 165
Origine dei terreni carboniferi e considerazioni che ne seguono 165

CAPITOLO VII.

Gruppo del gres rosso.

Sinonimia. 171
Caratteri mineralogici. ivi
Gres rosso 172
Calcarea alpina ivi
Gres screziati 173

Calcarea conchiglifera 174
Marne screziate 175
Caratteri paleontologici del gruppo in generale . . . ivi
Relazioni topografiche ed estensioni geografiche del gruppo 177

CAPITOLO VIII.

Gruppo Oolitico.

Sinonimia 179
Divisione del gruppo in sistemi ivi
Sistemi del lias 180
Oolite inferiore ivi
Grande Oolite 181
Argilla di Oxford ivi
Calcarea corallifera ivi
Argilla di Kimmerdige 182
Oolite superiore ivi
Caratteri paleontologici del gruppo Oolitico ivi
Estensione geografica del gruppo giurassico 189
Considerazioni generali 190

CAPITOLO IX.

Gruppo cretaceo.

Sinomia 192
Divisione del gruppo in sistemi ivi
Sistema Vealdiano 193
Sistema dell' arenaria verde 194
Sistema della creta ivi
Caratteri Paleontologici 195
Origine dei depositi cretacei 196
Relazioni geografiche 197

CAPITOLO VIII.

Gruppo sopracretaceo.

Sinonimia. 199
Divisione del gruppo in sistemi 200
Sistema inferiore 201
Bacino di Londra e di Bruxelles 204
Terreno del Vicentino e monte Bolca 206
Depositi di zolfo di Sicilia ivi
Sistema medio ivi
Lignite di Provenza e di Svizzera 207
Deposito salifero della Gallizia 208
Sistema superiore o subappennino 209
Riflessioni sui fossili del gruppo sopracretaceo . . . 211
Estensione e relazioni Geografiche del gruppo . . . 213

CAPITOLO IX.

Gruppo diluviano.

Sinonimia. 214
Depositi mobili diluviani 215
Avanzi organici degli antichi alluvioni 216
Massi erratici 217
Origine dei blocchi erratici 218
Depositi plusiaci 219
Ferro di alluvione 220
Caverne ossee. ivi
Brecce ossee 222
Osservazioni generali sul gruppo 223

Digitized by Google

CAPITOLO X.

Gruppo moderno.

Sinonimia 225
Caratteri principali del gruppo. ivi
Deposito detritico o a coltura. 226
Terra vegetabile ivi
Deposito per trasporto o alluvioni moderni 227
Avanzi organici dei terreni di alluvione e depositi metalliferi 228
Depositi formati per soluzioni acquose e che accompagnano l'esalazioni gassose 229
Travertino. ivi
Sabbia aggregata ed indurita. 230
Silice idrata ivi
Sal marino 231
Depositi di sostanze organiche ivi
Conclusione ivi

SEZIONE II.

Dei terreni non stratificati.

—

CAPITOLO XI.

Gruppo dei terreni non stratificati, ovvero delle rocce plutoniche.

Sinonimia. 233
Composizione. 234

Digitized by Google

Divisione delle rocce cristalline 235
Granito iv
Gnais 236
Micascisto. ivi
Rocce anfiboliche ivi
Rocce porfiriche 237
Rocce basaltiche. ivi
Rocce trachitiche ivi
Rocce tolcose 238
Rocce calcaree cristalline ivi
Conclusione 239

PARTE QUARTA

Epoche relative delle principali catastrofi del globo, e comparsa successiva degli esseri organizzati sulla terra.

—

CAPITOLO I.

Età relative delle principali catastrofi del globo.

Nozioni generali. 241
Origine delle catene di montagne 243
Direzione dei diversi sistemi di sollevamento. . . . 245
Materie le quali hanno cagionato i sollevamenti delle montagne 247
Conclusione 248

CAPITOLO II.

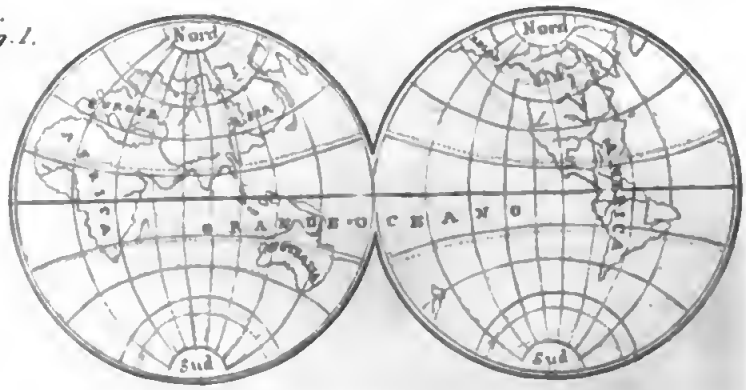
Dell' apparizione successiva degli esseri organizzati sulla terra.

Osservazioni generali 249
Prima epoca degli esseri organizzati 252
Epoca seconda 254
Epoca terza 256
Epoca quarta 257
Apparizione dell' uomo sulla terra 258
Considerazioni sulla successione dei viventi 260
Dell' avvenire della terra 262

FINE DELL' INDICE.

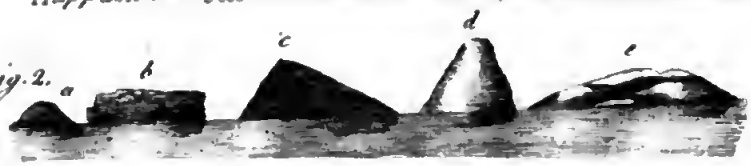
SBN 007071

Fig. 1.



Mappamondo sul meridiano dell' isola di Ferro

Fig. 2.

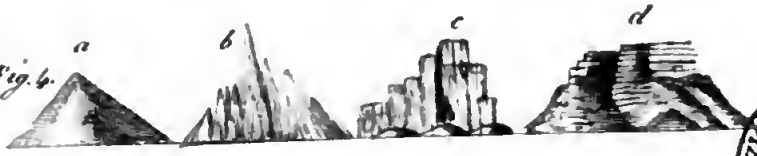


Forme di diverse isole

Fig. 3.

Gruppo di montagne nelle grandi isole

Fig. 4.



Diverse forme di montagne

Fig. 5.

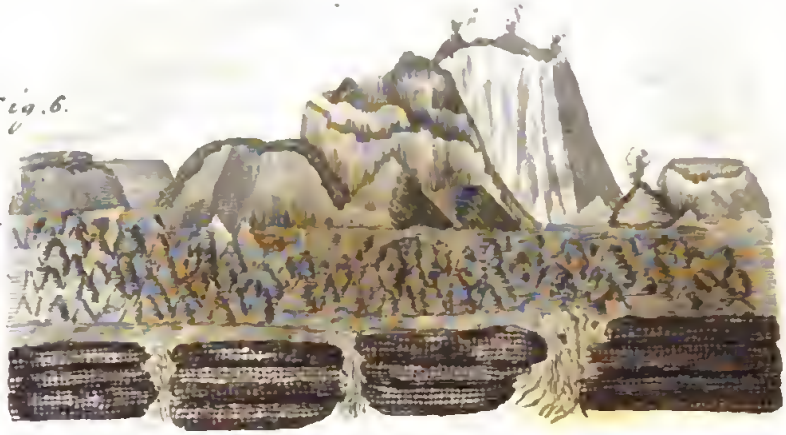
Effetti dei terremoti

BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE III
NAPOLI

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 6.



Vulcano di Iorullo

Fig. 7.

Condotti Vulcanici

Fig. 8.

Strati intorno ad un cratere di sollevamento

Fig. 9.

Veduta dell' isola Palma

Fig. 10.

Veduta dell' isola Barren

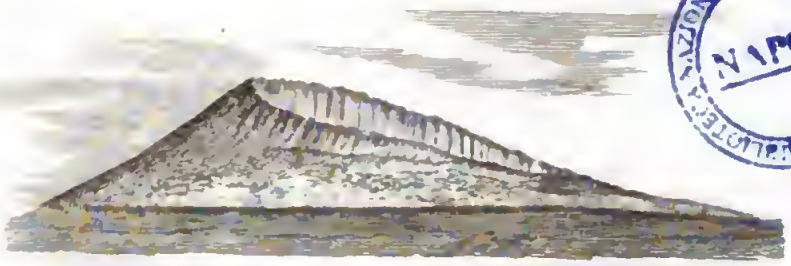
BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE III NAPOLI

Digitized by Google

Fig. II.

A. *Vesuvio nell' an. 1948.*

B. *Vesuvio in eruzione.*



C. *Vesuvio ai tempi di Strabone*

BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE III NAPOLI

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 12.

Interno del cratere del Vesuvio nel 1829.

Fig. 13.

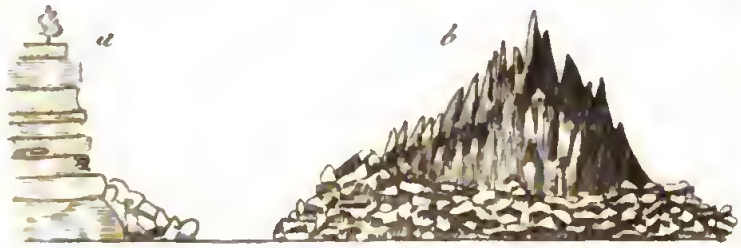
Geyser dell' Islanda

NAPOLI

Digitized by Google

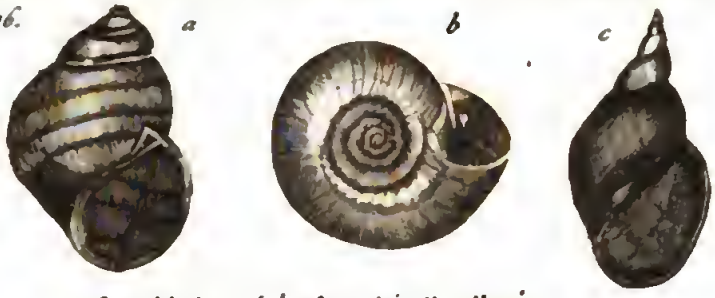
Fig. 14.

Fig. 15. Azione delle onde sulle rocce



Effetti del continuo disfacimento delle montagne a.b.

Fig. 16.



Conchiglie dei depositi di alluvione

Fig. 17.

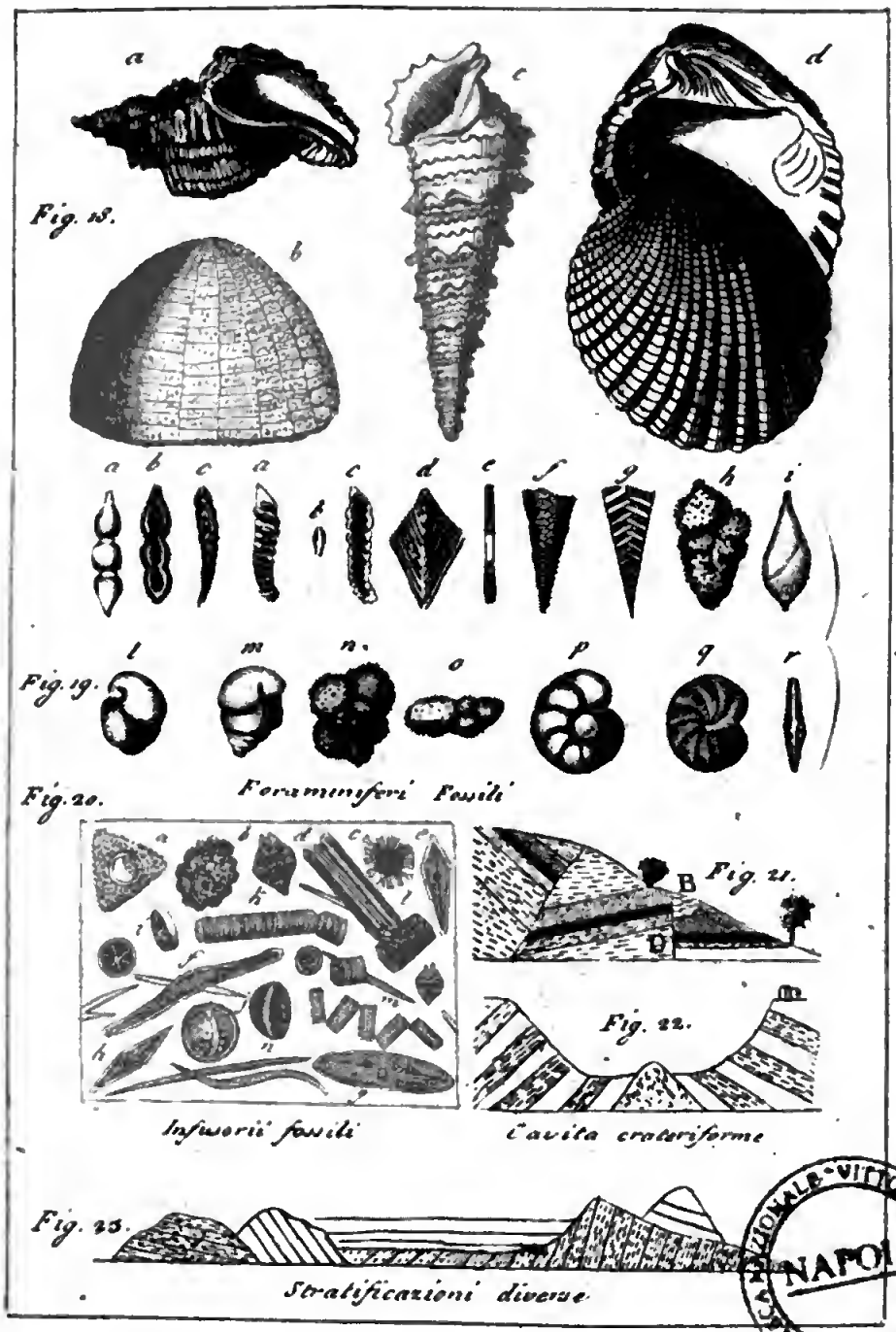
Conchiglie dei depositi di acque dolce

BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE III
NAPOLI

Segoni inc.

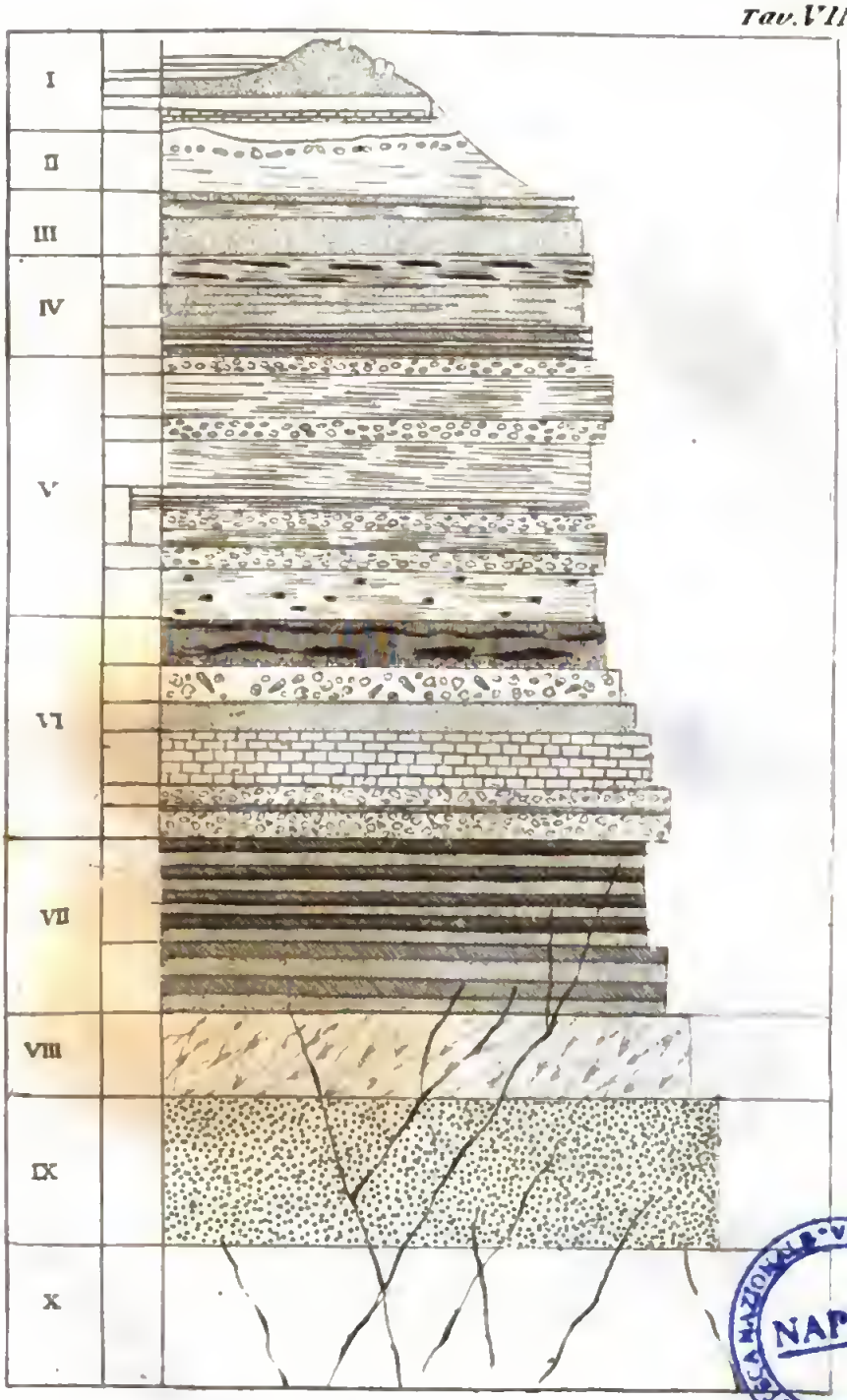
Digitized by Google

Digitized by Google



BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE III NAPOLI

Digitized by Google

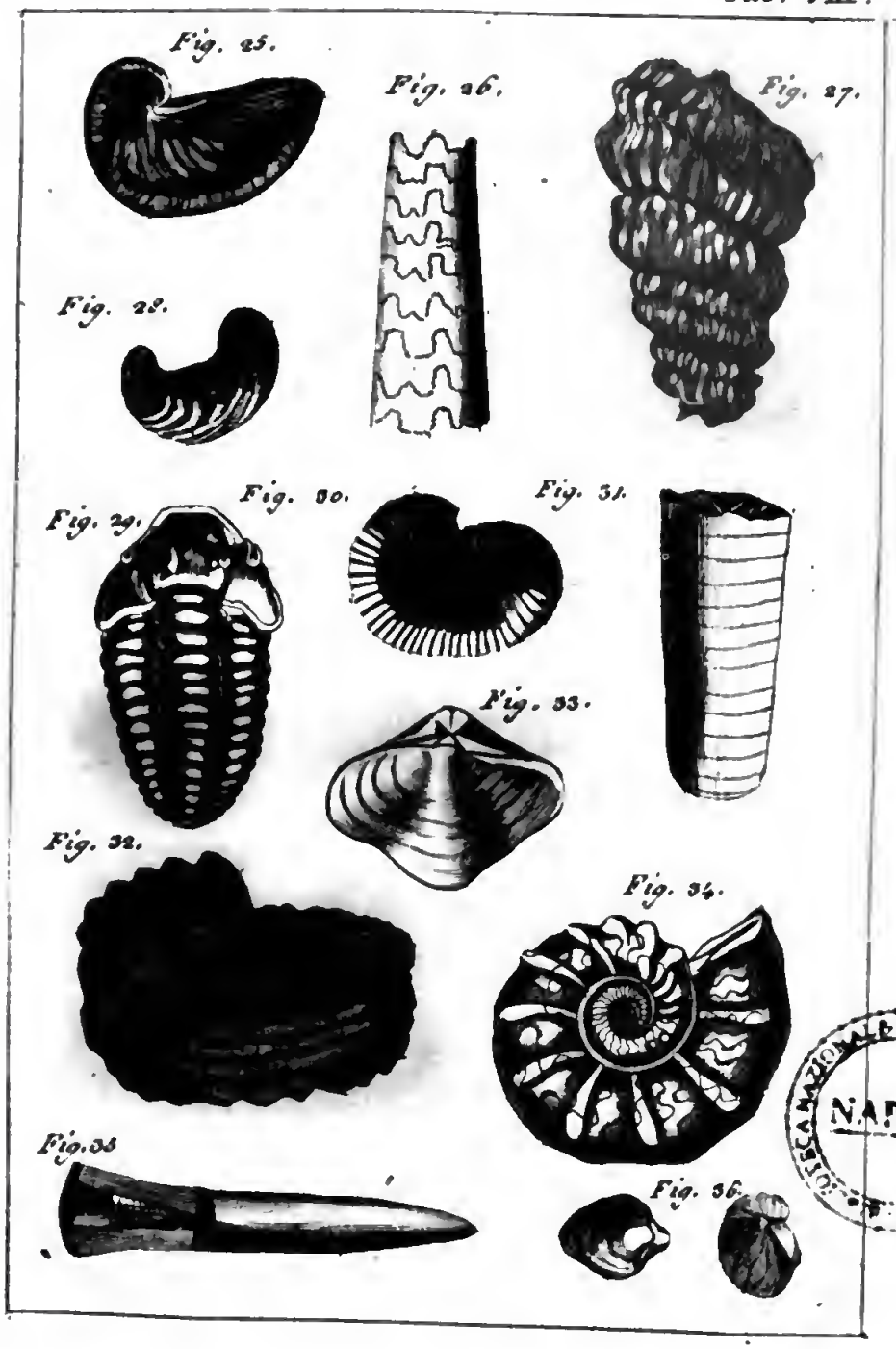


BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE III
NAPOLI

Taglio sistematico dei terreni stratificati

Digitized by Google

Digitized by Google



BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE
NAPOLI

Principali conchiglie Fossili.

Digitized by Google

Digitized by Google

Principali conchiglie Fossili.

BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE III NAPOLI

Digitized by Google

Digitized by Google

Tav. X.

Sigoni inc.

Compavsa successiva degli esseri organizzati sul globo

BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE III NAPOLI

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google